

Для служебного
пользования
Зна. №
10680



ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

Для служебного
пользования

Экз. №

10680

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ОФИЦЕРОВ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР

Москва — 1961

Пособие «Ядерное оружие», предназначенное для офицеров полкового звена и курсантов военных училищ всех видов Вооруженных Сил, разработано с учетом возросших требований к изучению войсками боевых свойств ядерного оружия и действий в условиях его применения.

В отличие от пособия «Атомное оружие и действия войск в условиях его применения», изданного в 1957 г., в пособии «Ядерное оружие» более глубоко освещены поражающее действие ядерного взрыва и вопросы организации и ведения боевых действий подразделений, а также больше приведено необходимых офицеру рекомендаций и примеров практического использования этих сведений

С целью привлечь внимание читателя к сведениям, имеющим наиболее существенное значение в его практической работе по обучению войск, в конце каждой главы Пособия помещены контрольные вопросы и задачи. Каждая задача дана с решением по одному из возможных вариантов.

В данном Пособии, как и в пособии издания 1957 г., для расчетов приведены наиболее простые и наглядные формулы, графики, таблицы.

Замечания и предложения по содержанию Пособия следует направлять в 12-е Главное управление Министерства обороны.

В книге пронумеровано всего 328 стр.; кроме того, дано 19 вклеек: вкл. 1 (на 2 листах) — рис. 2, 3, 5, 6 и 7 — между стр. 4 и 5; вкл. 2 — рис. 9, 10, 11 и 12 — между стр. 12 и 13; вкл. 3 (на 5 листах) — рис. 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29 и 30 — между стр. 32 и 33; вкл. 4 — рис. 44 и 45 — между стр. 60 и 61; вкл. 5 (на 4 листах) — рис. 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58 и 60 — между стр. 72 и 73; вкл. 6 (на 2 листах) — рис. 75, 78 и 80 — между стр. 112 и 113; вкл. 7 — рис. 86 — между стр. 144 и 145; вкл. 8 — рис. 87 и 88 — между стр. 152 и 153; вкл. 9 — рис. 102 и 103 — между стр. 164 и 165; вкл. 10 — рис. 113 и 114 — между стр. 176 и 177; вкл. 11 — рис. 119 и 120 — между стр. 192 и 193; вкл. 12 — рис. 130, 131, 132, 133 и 134 — между стр. 212 и 213; вкл. 13 — рис. 144 и 150 — между стр. 232 и 233; вкл. 14 (на 2 листах) — рис. 165, 166 и 167 — между стр. 248 и 249; вкл. 15 — рис. 168, 169 и 170 — между стр. 264 и 265; вкл. 16 — рис. 172 — между стр. 272 и 273; вкл. 17 (на 2 листах) — рис. 179, 180 и 181 — между стр. 288 и 289; вкл. 18 — рис. 187 — между стр. 304 и 305; вкл. 19 — рис. 188 и 189 — между стр. 320 и 321.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ И СРЕДСТВА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

§ 1. Понятие о ядерном оружии

Среди современных средств вооруженной борьбы ядерное оружие занимает особое место — оно является главным средством поражения противника.

В основу поражающего действия ядерного оружия положено использование внутриядерной энергии, освобождающейся при ядерных превращениях, носящих характер взрыва.

Ядерный взрыв сопровождается выделением огромного количества энергии. По разрушающему и поражающему действию он в сотни и тысячи раз может превосходить взрывы самых крупных фугасных бомб. Ядерный взрыв может нанести противнику крупные потери в живой силе и боевой технике, произвести на больших площадях разрушение инженерных сооружений, оказать на войска противника сильное моральное воздействие и создать для стороны, применяющей ядерное оружие, выгодные условия для достижения успеха в бою.

Ядерный взрыв отличается от обычного взрыва не только количеством энергии, но и природой изменений, происходящих в веществе заряда.

Обычные взрывчатые вещества (тротил, динамит и другие), представляя собой относительно сложные нестойкие химические соединения или смеси. Молекулы этих веществ в момент взрыва превращаются в молекулы более простых и стойких веществ. При этом атомы, входящие в состав молекул, не превращаются в атомы других химических элементов, а лишь перегруппировываются. Так, например, из атомов молекул тротила при взрыве образуются молекулы воды, азота, окислов азота, окислов углерода. Процесс превращения менее стойких молекул взрывчатого вещества в более стойкие молекулы продуктов взрыва и является источником энергии обычного взрыва.

Кривая, показанная на рис. 8, выражает собой закон радиоактивного распада. Зная период полураспада и исходное количество радиоактивного вещества, по этой кривой можно определить, сколько останется этого вещества через заданный промежуток времени.

Чем меньше период полураспада, тем большая доля атомов радиоактивного вещества распадается в единицу времени. Число распадов в единицу времени в данном количестве радиоактивного вещества выражает активность этого вещества. Поэтому количество радиоактивных веществ часто удобнее выражать не в весовых единицах, а в единицах активности — *кюри, милликюри, микрокюри*. 1 кюри — это такое количество радиоактивного вещества, в котором происходит 37 млрд. распадов в секунду. Такой активностью обладает 1 г радия.

Ядерные боеприпасы и классификация их по мощности. К ядерному оружию относятся снаряженные ядерными зарядами боевые части различных ракет и торпед, авиационные бомбы, артиллерийские снаряды и мины, морские глубинные бомбы, инженерные управляемые мины (фугасы). Все эти средства поражения называют ядерными боеприпасами.

Мощность ядерных боеприпасов определяется не весом или размерами их, как мощность, например, обычных авиационных бомб или артиллерийских снарядов, а количеством освобождающейся при ядерном взрыве энергии. При этом эту энергию принято сравнивать с энергией взрыва соответствующего количества тротила. В связи с этим мощность ядерных боеприпасов выражают тротиловым эквивалентом, т. е. таким количеством тротила в тысячах (миллионах) тонн, энергия взрыва которого равна энергии взрыва данного ядерного заряда.

В настоящее время известны ядерные боеприпасы мощностью от нескольких тысяч до миллионов тонн. Четкого деления ядерного оружия на группы по мощности не существует. Условно его делят на три калибра: малый, средний и крупный. К малому калибру относят боеприпасы мощностью до 15 тыс. т, к среднему — от 15 тыс. до 100 тыс. т, к крупному — более 100 тыс. т. В ряде случаев ядерные боеприпасы мощностью свыше 500 тыс. т называют боеприпасами сверхкрупного калибра.

§ 2. Принципиально возможные схемы устройства ядерных боеприпасов

Условия, необходимые для осуществления ядерного взрыва. Деление ядер атомов урана или плутония происходит, как указано выше, под действием нейтронов. Пусть имеется достаточно большой кусок делящегося вещества. Если в нем произойдет одновременное деление некоторого количества ядер, то образующиеся при этом нейтроны с огромной скоростью разлетятся по различным направлениям. Одни нейтроны на своем пути встретят ядра и разделят их. Другие нейтроны свободно пройдут всю массу куска и, не приняв участия в делении ядер, вылетят в окружающее пространство, т. е.

окажутся потерянными. Число нейтронов, выходящих из куска делящегося вещества через его поверхность, приблизительно пропорционально площади поверхности, а число нейтронов, участвующих в реакции, — объему куска. Следовательно, потери нейтронов определяются величиной отношения площади поверхности куска к его объему.

Из геометрии известно, что из тел, имеющих одинаковый объем, но различную форму, наименьшую поверхность имеет шар. Поэтому наиболее выгодным с точки зрения использования дорогостоящих делящихся материалов является шаровой заряд. Отношение площади поверхности шара к объему уменьшается обратно пропорционально радиусу шара:

Радиус шара R , см	1	3	10	30
Отношение площади поверхности шара к объему $3/R$ (1/см)	3	1	0,3	0,1

При малых размерах шарового заряда, когда площадь его поверхности по сравнению с объемом велика, потери нейтронов значительно превышают число нейтронов, вызывающих деление, и цепная реакция не развивается. С увеличением радиуса заряда относительные потери нейтронов уменьшаются, и при определенной величине шара, называемой критической, большая часть образующихся при делении нейтронов будет делить другие ядра. В заряде разовьется цепная реакция деления ядер атомов.

Критический радиус шарового заряда из чистых (степень чистоты 93,5%) делящихся материалов нормальной плотности приближенно составляет для урана-235 8,4 см (вес 48 кг), для плутония-239 и урана-233 6 см (вес около 17 кг).

Поскольку производство делящихся веществ — сложный и дорогостоящий процесс, большое практическое значение имеет создание зарядов с минимальным расходом делящихся материалов на единицу мощности взрыва. Критический радиус заряда может быть значительно уменьшен, если заряд окружить оболочкой, способной возвращать (отражать) нейтроны в зону реакции. Потери нейтронов в этом случае уменьшаются, а это означает, что цепная ядерная реакция может быть осуществлена в меньшей массе вещества заряда.

Наиболее эффективными отражателями являются бериллий, тяжелая вода (т. е. вода, получающаяся при соединении с кислородом тяжелого водорода), графит. По конструктивным соображениям пригодны и другие, хотя и менее эффективные, отражатели — алюминий, железо, природный уран и др.

Представление о зависимости критической массы заряда от вида и толщины отражателя дают следующие данные:

Вид отражателя	Критическая масса урана-235 (в кг) при толщине отражателя, см		
	2,5	5	10
Бериллий	29,2	20,8	14,1
Тяжелая вода	—	27,0	21,0
Графит	35,5	29,5	24,2
Алюминий	39,3	35,5	32,0
Железо	36,0	29,3	25,3
Природный уран	30,8	23,5	18,4

Приведенные данные справедливы для урана-235 чистой 93,5%. При более низкой концентрации урана критическая масса заряда будет больше. Так, например, при степени чистоты 50% критическая масса окажется примерно в 1,5 раза больше указанной.

Важно также отметить, что критическая масса уменьшается при увеличении плотности делящегося вещества. Критическая масса, кроме того, зависит от вида ядерного горючего (как было указано выше, критическая масса плутония-239 и урана-233 примерно в три раза меньше критической массы урана-235).

Принципиально возможные схемы устройства ядерных зарядов.

Одной из возможных схем устройства ядерного заряда является схема, в которой в основу осуществления взрыва заряда положен принцип обжатия (рис. 9).

Делящееся вещество (собственно ядерный заряд) имеет сферическую форму. Масса его меньше критической, поэтому самопроизвольно взорваться заряд не может. Вокруг ядерного заряда расположены заряды тротила, при одновременном подрыве которых вещество ядерного заряда подвергается весьма сильному обжатию, размеры его резко сокращаются, а плотность возрастает. Первоначальные размеры и количество вещества ядерного заряда такие, что в результате обжатия заряда его масса становится сверхкритической и в нем возникает ускоряющаяся цепная реакция деления. Предполагают, что таким способом удастся увеличить плотность делящегося вещества примерно вдвое, а критическую массу уменьшить в четыре раза.

Возможна и иная схема устройства заряда. Ядерный заряд может быть разделен на несколько частей докритических размеров, чтобы в каждой из них не могла начаться саморазвивающаяся цепная реакция. Такая реакция возникнет лишь тогда, когда все части заряда будут быстро соединены в одно целое. От скорости сближения отдельных частей в сильной степени зависит полнота протекания реакции и в конечном счете мощность взрыва. Для сообщения

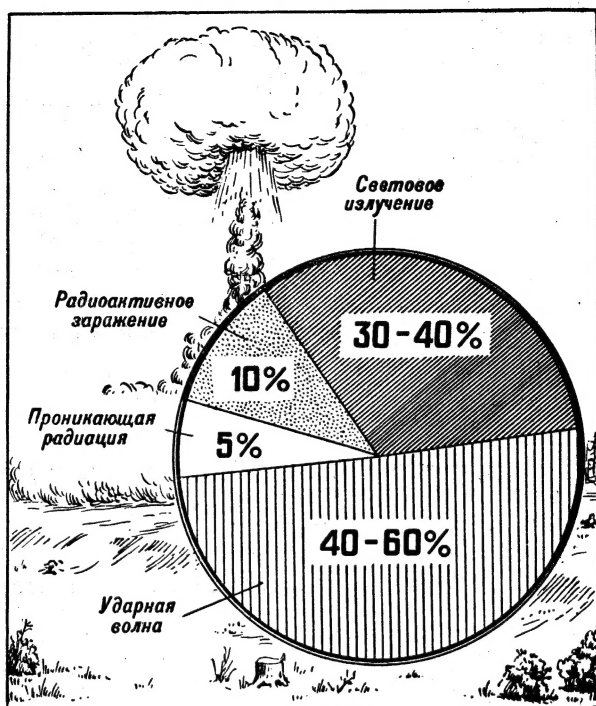


Рис. 15. Распределение энергии воздушного ядерного взрыва между поражающими факторами

Радиоактивное заражение местности и объектов начинается значительно позднее, после окончания действия остальных поражающих факторов.

Радиоактивной пылью могут быть заражены местность и объекты, которые находятся вне зоны воздействия других поражающих

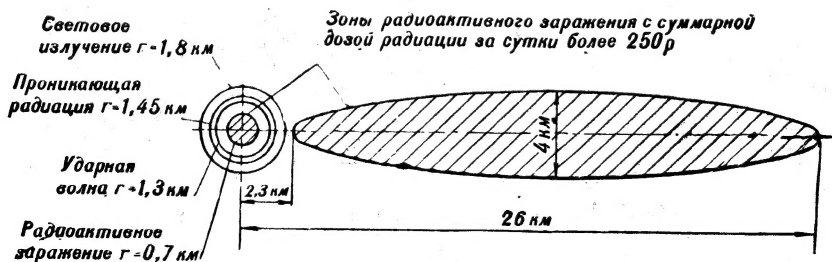


Рис. 16. Зоны выхода из строя открыто расположенного личного состава в результате воздействия различных поражающих факторов наземного ядерного взрыва мощностью 30 тыс. т

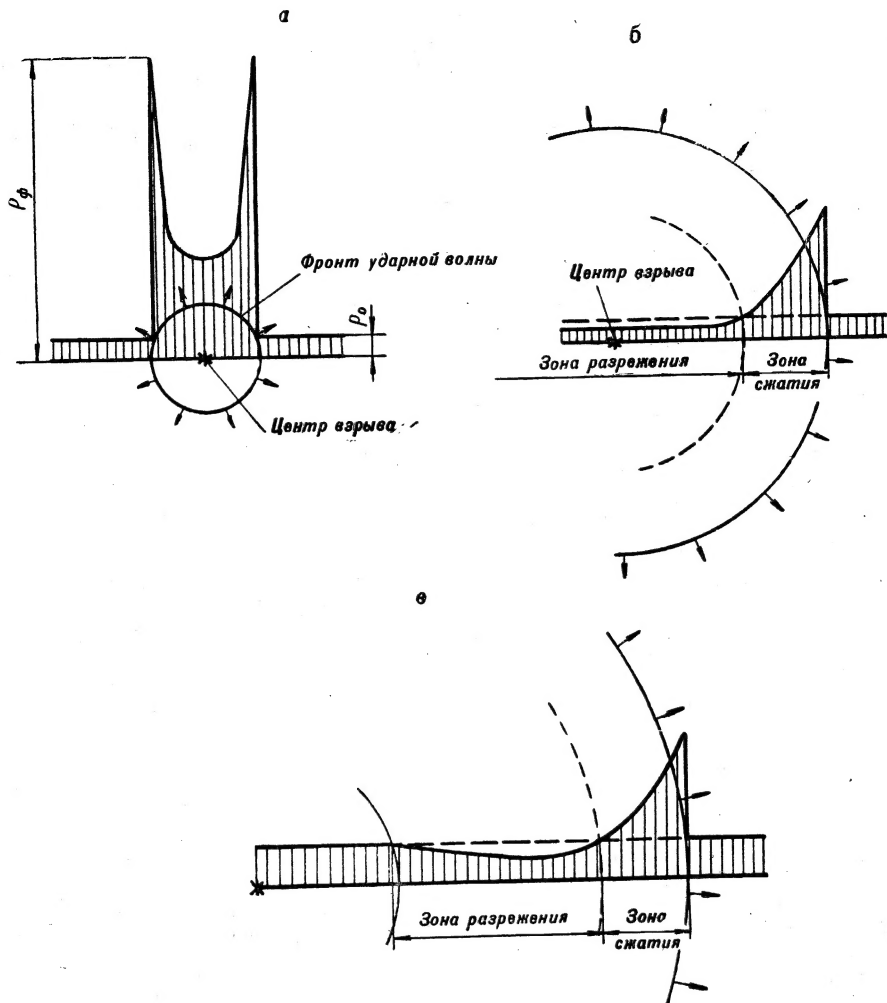


Рис. 34. Распределение давления в ударной волне в различные моменты после взрыва

Любой объект, расположенный на пути распространения волны, в момент прихода фронта испытывает очень резкий удар, вследствие чего волна и получила название ударной.

При описании ударной волны полное давление воздуха во фронте волны обозначается символом p_{ϕ} , а разница между этим давлением и атмосферным давлением p_0 — символом $\Delta p_{\phi} = p_{\phi} - p_0$. Величина Δp_{ϕ} называется избыточным давлением во фронте волны.

После скачка давления (в момент прихода фронта волны) давление и скорость постепенно снижаются, причем тем быстрее, чем

Зависимость основных параметров фронта волны от избыточного давления воздуха во фронте

Избыточное давление во фронте $\Delta p_{\text{ф}}$, кг/см^2	Скорость движения фронта D , м/сек	Скорость воздуха во фронте U , м/сек	Температура воздуха во фронте, $^{\circ}\text{C}$	Разрушающее и поражающее действие ударной волны ядерного взрыва
0,01	341,4	2,3	15,8	Разрушение отдельных стекол Массовое разрушение остекления Слабое разрушение зданий Среднее разрушение зданий Сильное разрушение кирпичных зданий
0,05	347	10	19	
0,10	354	23	23	
0,20	367	44	30	
0,30	380	63	37	
0,40	392	82	43	Полное разрушение кирпичных зданий. Поражения средней тяжести людей Полное разрушение промышленных зданий с металлическим каркасом. Тяжелые поражения людей Крайне тяжелые травмы людей и животных
0,50	404	99	50	
0,60	416	115	56	
0,70	428	131	63	
0,80	439	146	68	
0,90	450	160	74	Разрушение различных видов боевой техники и вооружения Разрушение большинства оборонительных сооружений
1,0	460	174	80	
1,5	510	236	107	
2,0	555	287	132	
3,0	635	378	182	
5,0	772	518	279	
7,0	888	630	376	
10,0	1040	772	514	
15,0	1245	954	747	
20,0	1430	1120	977	

тожить находящийся на аэродроме самолет или причинить сильные разрушения жилым и промышленным зданиям.

С удалением от центра взрыва и ослаблением волны скорость воздуха во фронте, а также ее роль в разрушающем и поражающем действии волны уменьшаются. При давлении $\Delta p_{\text{ф}} = 0,05 \text{ кг/см}^2$ волна фактически полностью разрушает остекление зданий, сильно повреждает кровлю, двери и оконные переплеты. Однако эти разрушения почти не связаны с движением воздуха в волне, так как скорость воздуха при таком давлении составляет лишь около 10 м/сек , т. е. примерно равна скорости сильного ветра, при котором повреждения зданий не происходит.

Из данных табл. 1 видно также, что температура воздуха во фронте ударной волны тем больше, чем сильнее волна. Причиной повышения температуры воздуха является очень быстрое его сжатие в момент прихода фронта волны. Уже при избыточном давлении во фронте волны 20 кг/см^2 температура воздуха составляет около 1000° ; вблизи центра ядерного взрыва, где давление $\Delta p_{\text{ф}}$ достигает сотен и тысяч килограммов на 1 см^2 , температура воздуха во фронте измеряется десятками тысяч градусов. При такой температуре

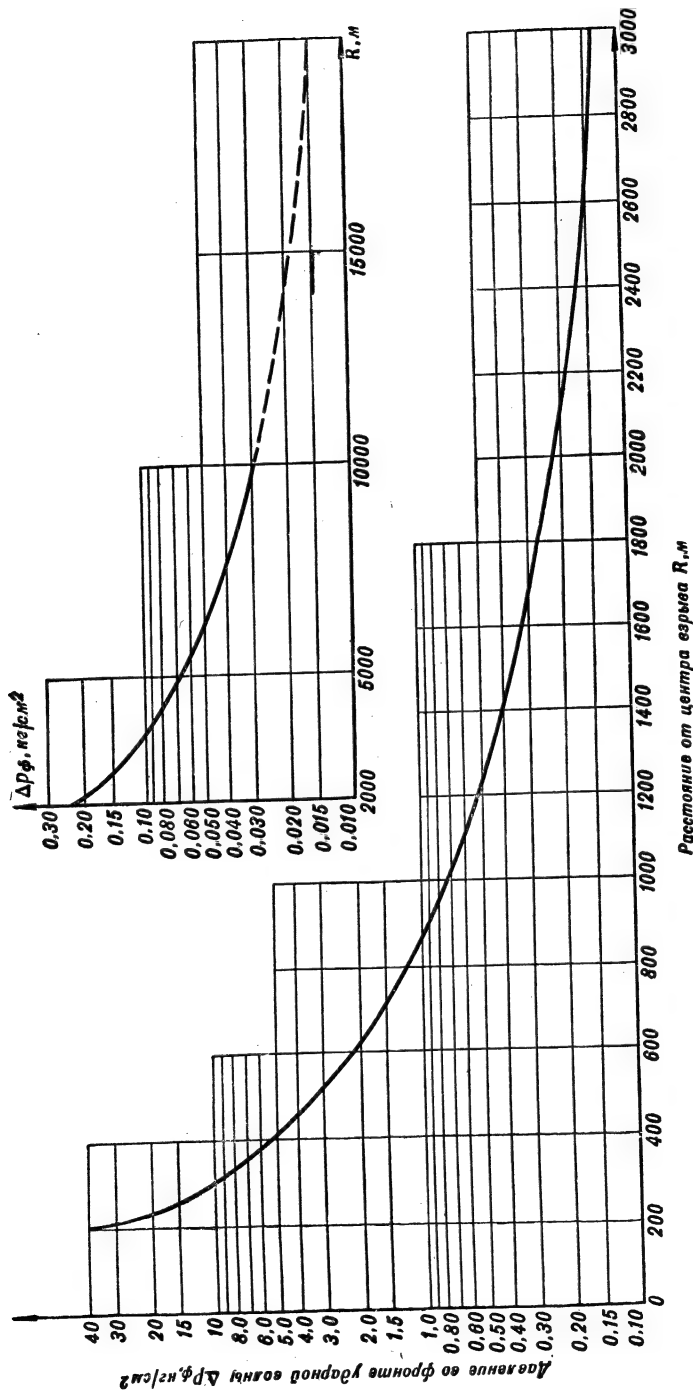


Рис. 37. Кривые изменения избыточного давления при наземном взрыве мощностью 30 тыс. т с расстоянием

ходить прогрев приземного слоя воздуха световым излучением ядерного взрыва. От степени прогрева воздуха зависит характер распространения ударной волны у поверхности земли. Если земля покрыта достаточно толстым слоем снега или льда или если взрыв произошел над поверхностью воды, то приземный слой воздуха почти не прогревается световым излучением. В случае взрыва над поверхностью сухого грунта, особенно при наличии травяного покрова, кустарника или леса, температура приземного слоя воздуха вблизи эпицентра взрыва еще до прихода ударной волны под действием светового излучения повышается на десятки и сотни градусов, в связи с чем резко изменяются условия распространения и основные характеристики ударной волны после входа ее в этот слой.

Рассмотрим характер распространения и основные параметры ударной волны при **воздушном ядерном взрыве, не сопровождающемся прогревом приземного слоя воздуха.**

В этих условиях ударная волна ядерного взрыва практически не отличается от ударной волны взрыва обычного заряда. Сначала распространяется сферическая ударная волна (рис. 38); она рас-

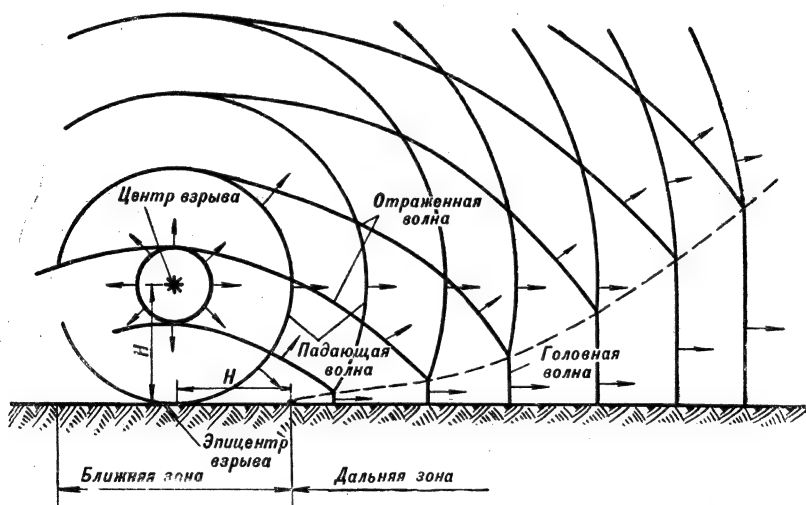


Рис. 38. Схема последовательных положений фронтов падающей, отраженной и головной ударных волн при воздушном ядерном взрыве

пространяется до тех пор, пока фронт волны не достигнет поверхности земли в эпицентре взрыва. Приземный слой воздуха в эпицентре взрыва в момент прихода фронта волны приобретает большую скорость, направленную вниз, однако этот слой воздуха сразу же останавливается поверхностью земли (льда или воды). Очень резкая остановка быстро движущегося воздуха приводит к столь же резкому дополнительному повышению его давления сначала непо-

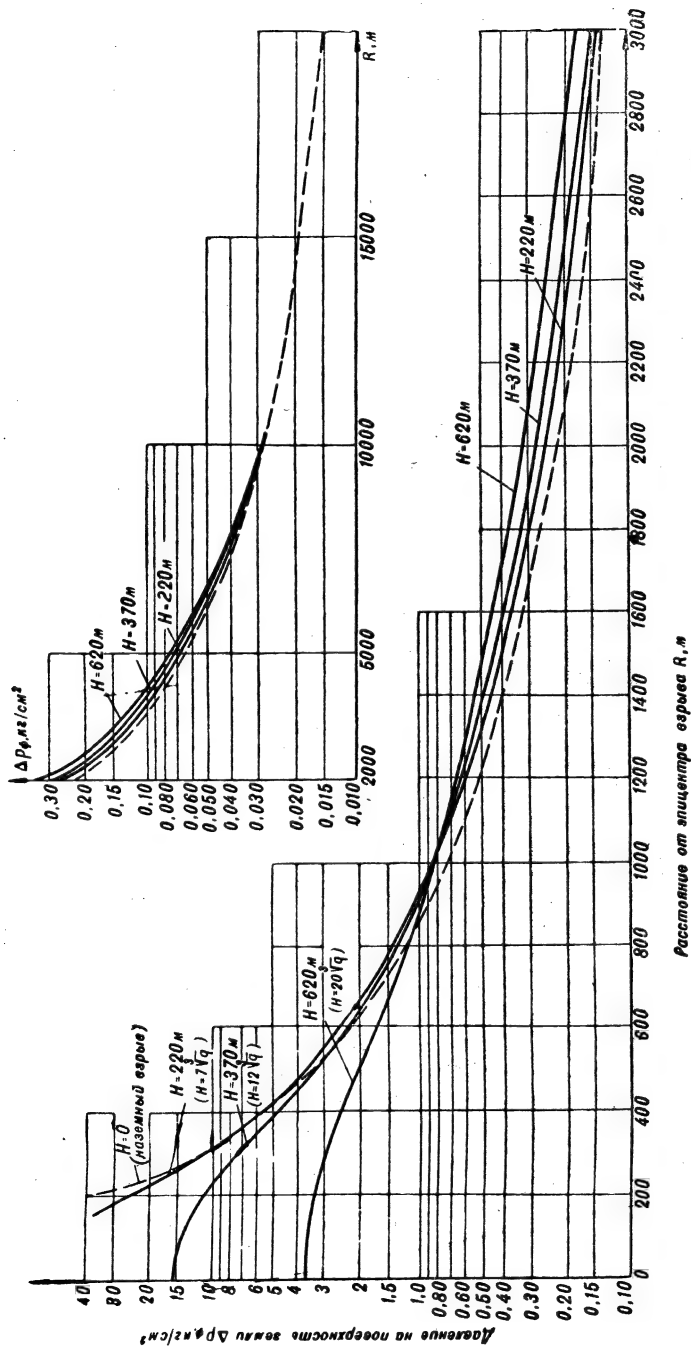


Рис. 39. Кривые изменения избыточного давления при воздушном взрыве мощностью 30 тыс. т с расстоянием

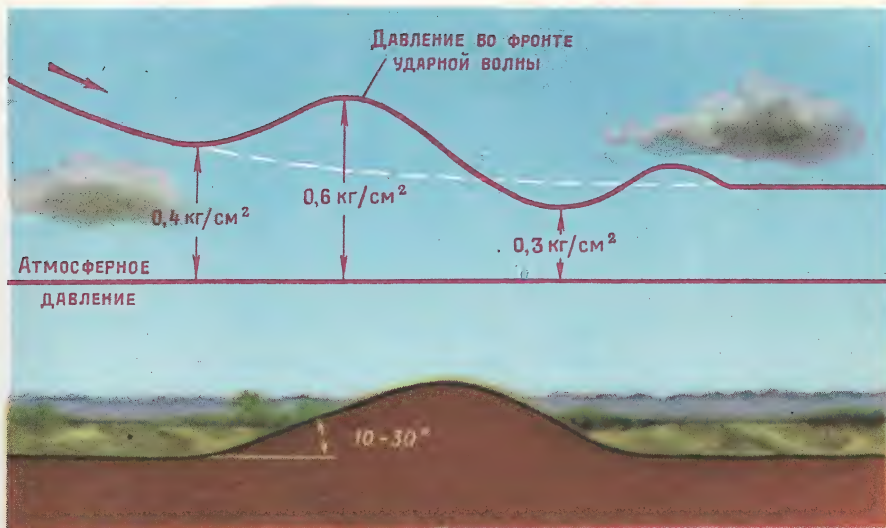


Рис. 44. График изменения давления во фронте ударной волны при прохождении ее через высоту с крутизной скатов 10—30°

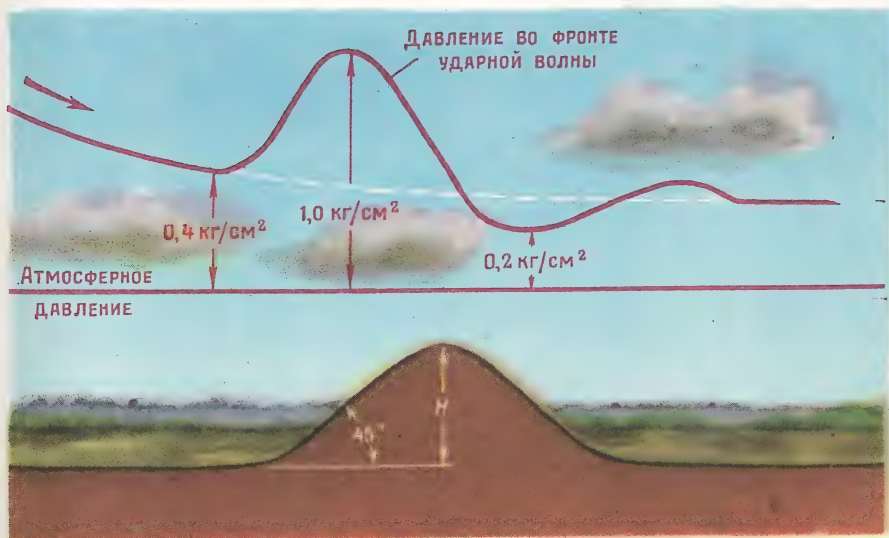


Рис. 45. График изменения давления во фронте ударной волны при прохождении ее через высоту с крутизной скатов 45°

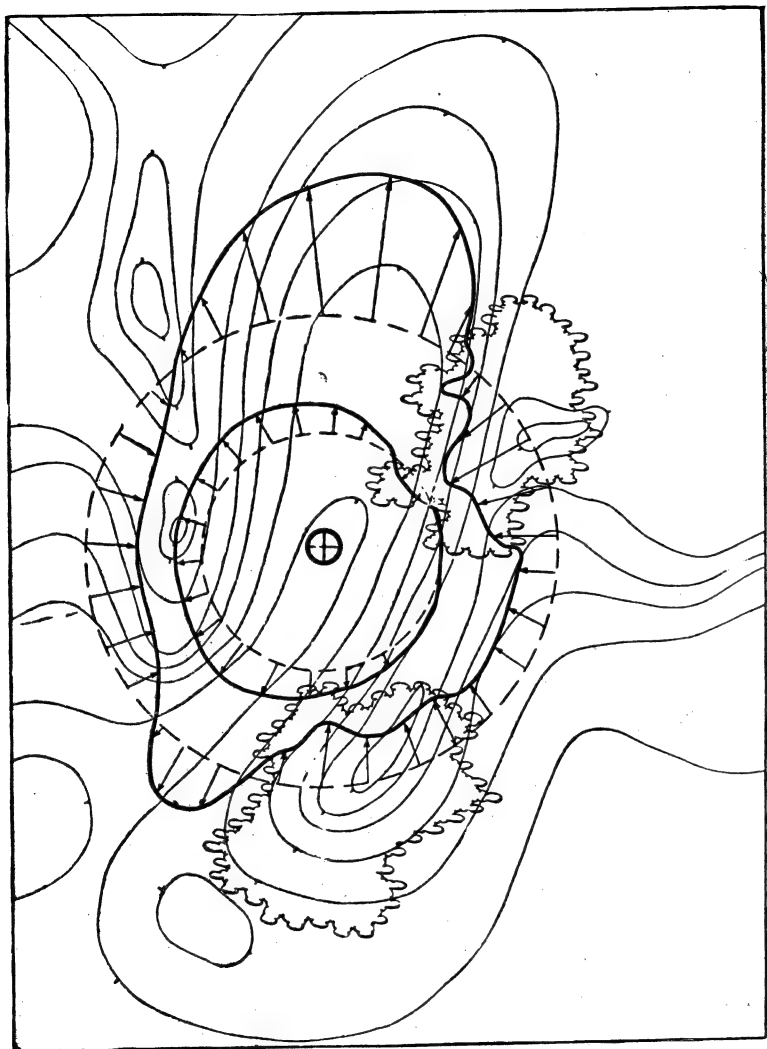
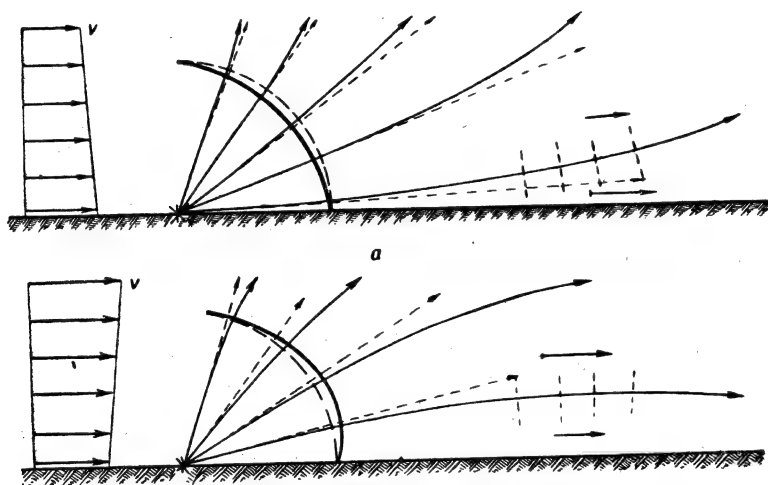


Рис. 46. Зоны поражающего действия ударной волны при ядерном взрыве на пересеченной местности с участками леса

которая в этом случае равна разности скорости звука и скорости ветра, будет уменьшаться с увеличением высоты еще быстрее.

В ночное время летом в слое воздуха высотой до нескольких сотен метров обычно наблюдается повышение температуры с высотой (явление инверсии) и, следовательно, скорость звука с увеличением высоты не уменьшается, а, наоборот, возрастает. Зимой толщина слоя инверсии может достигать нескольких километров. Выше этого слоя, как правило, существует значительный по толщине слой воздуха с постоянной температурой. Если направление ветра совпадает с направлением распространения волны, то в приземном слое толщиной в несколько сотен метров в ночное время летом и в несколько километров зимой суммарная скорость движения волны (сумма скорости звука и скорости ветра) будет возрастать с увеличением высоты.



6

Рис. 47. Поворот фронта и искривление звуковых лучей в приземном слое воздуха:

а — в условиях уменьшения суммарной скорости распространения волны с увеличением высоты над поверхностью земли; *б* — в условиях увеличения суммарной скорости распространения волны с увеличением высоты над поверхностью земли

На рис. 47 схематически показаны поворот фронта и искривление звуковых лучей в приземном слое воздуха при распространении волны в условиях уменьшения (вверху) и увеличения (внизу) с высотой суммарной скорости v распространения волны. Если с увеличением высоты суммарная скорость уменьшается, звуковые лучи отходят от поверхности земли и слышимость звука резко ослабевает. При возрастании суммарной скорости лучи «прижимаются» к поверхности земли и сила звука увеличивается.

Направление движения волны

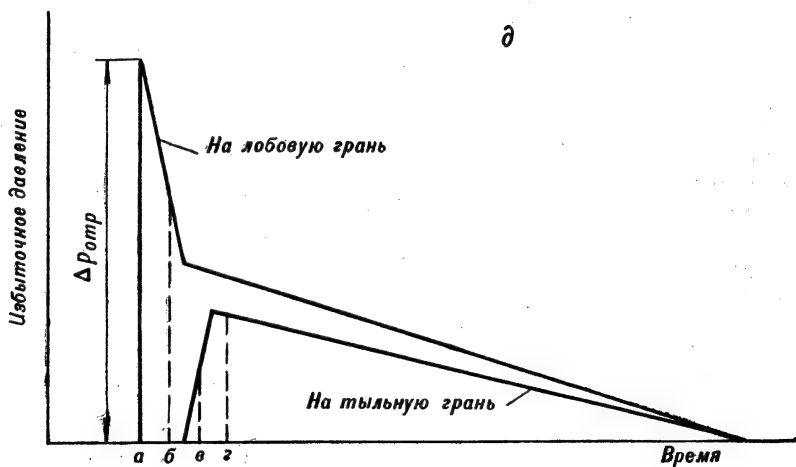
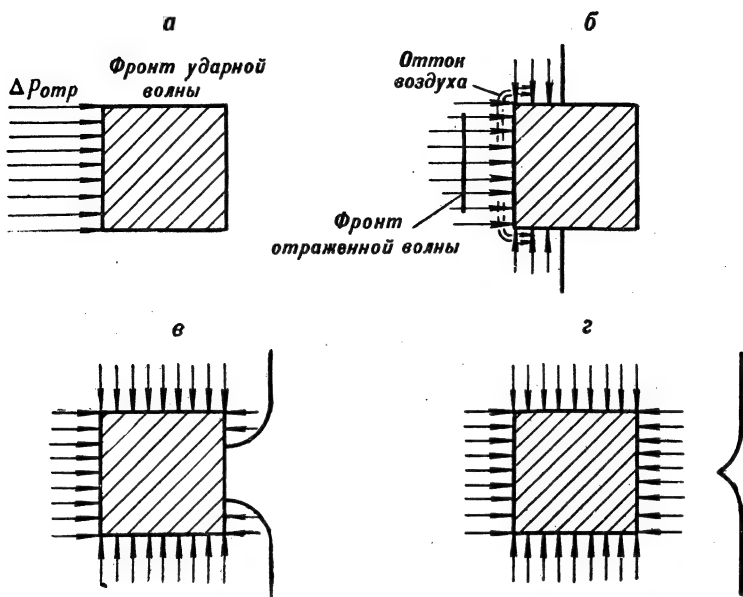


Рис. 49. Давление воздуха на различные грани преграды при обтекании ее ударной волной

Хорошо защищают от воздействия светового излучения лес, густой кустарник, холмы, овраги и любые местные предметы, способные создать зоны тени (рис. 54). Так, редкий лиственный лес может ослабить световой импульс в 2—3 раза, а густой — до 10 и более раз.

Встречая на своем пути какие-либо объекты, световое излучение нагревает их. Больше всего нагревается освещенная поверхность предмета, перпендикулярная потоку излучения.

Основной характеристикой светового излучения, действующего на объект, является световой импульс, т. е. количество энергии светового излучения, падающего на 1 см^2 поверхности, перпендикулярной направлению распространения излучения, за все время свечения. Величина светового импульса выражается в кал/см^2 .

Если поверхность объекта расположена не под прямым углом к направлению распространения потока излучения, то на 1 см^2 ее будет падать меньше световой энергии, чем на перпендикулярную поверхность. На поверхность, расположенную параллельно прямому потоку световых лучей, будет действовать лишь рассеянное излучение (рис. 55).



Рис. 55. Зависимость количества светового излучения, падающего на поверхность, от угла падения

Величина светового импульса уменьшается с увеличением расстояния от центра взрыва. Если бы световое излучение распространялось в пустоте, то величина светового импульса уменьшалась бы пропорционально квадрату расстояния от центра взрыва: при увеличении расстояния в два и три раза световой импульс уменьшался бы в четыре и девять раз (рис. 56). Но так как на пути излучения имеется воздух, содержащий к тому же частицы пыли, то часть излучения поглощается и величина светового импульса уменьшается несколько быстрее, чем в пустоте. Чем сильнее запылен воздух, т. е. чем меньше его прозрачность, тем больше ослабляется световое излучение.

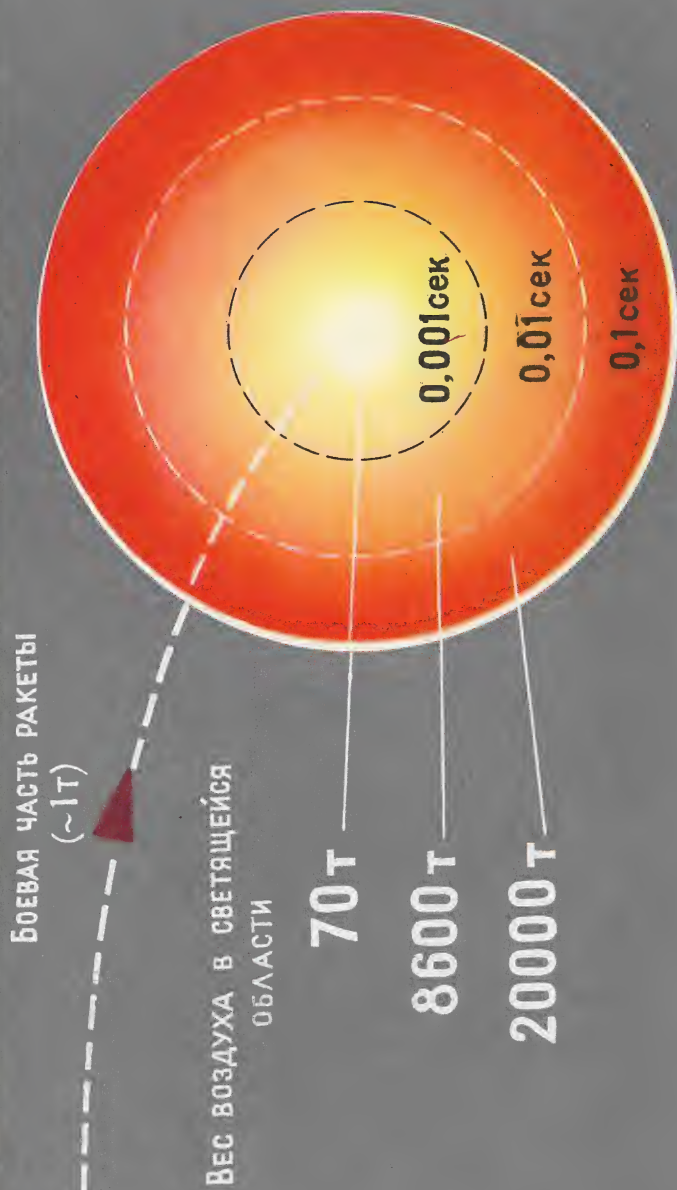
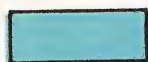
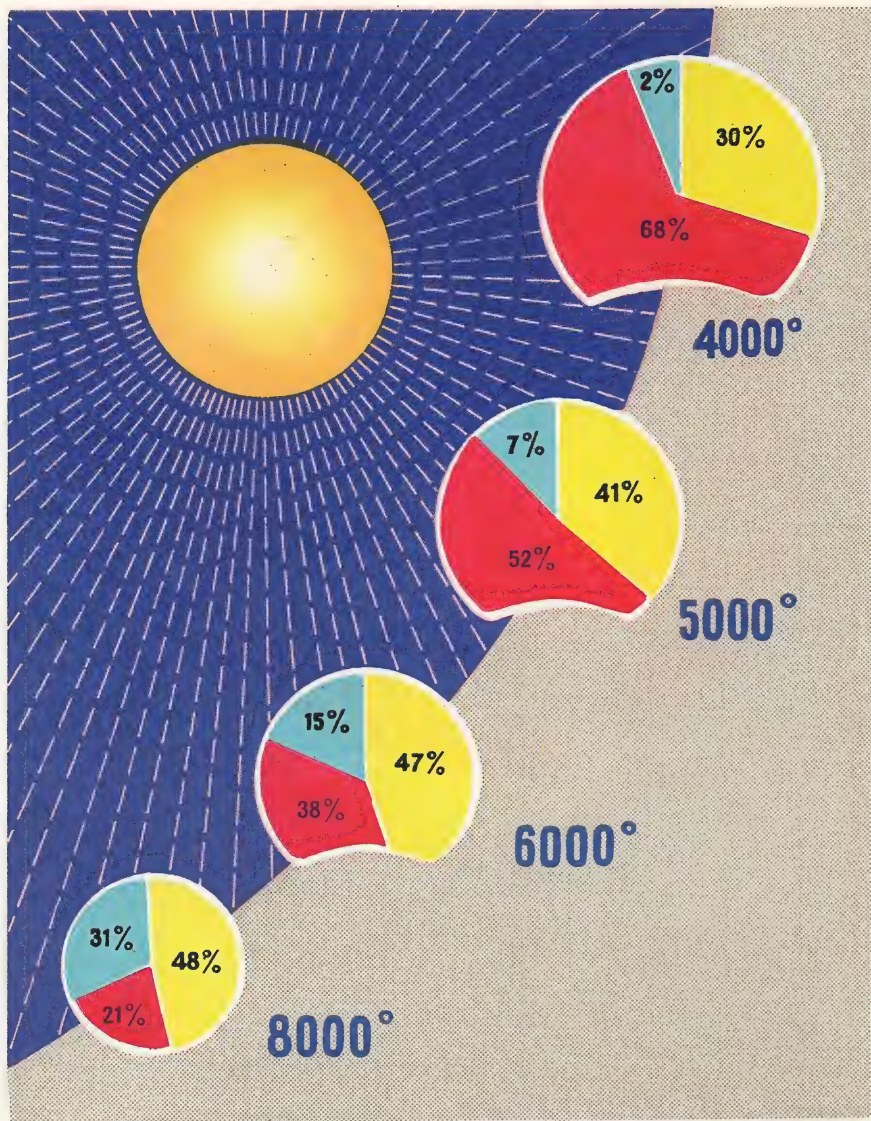


Рис. 50. Количество раскаленного газа в светящейся области ядерного взрыва мощностью 100 тыс. т



Ультрафиолетовое излучение



Видимое излучение



Инфракрасное излучение

Рис. 52. Состав светового излучения при различной температуре поверхности светящейся области



НАЗЕМНЫЙ ВЗРЫВ

Низкий воздушный
взрыв

Высокий воздушный
взрыв

Рис. 53. Форма светящейся области при различных видах взрыва



Рис. 54. Местные предметы, создающие зону тени, способны надежно защитить от светового излучения

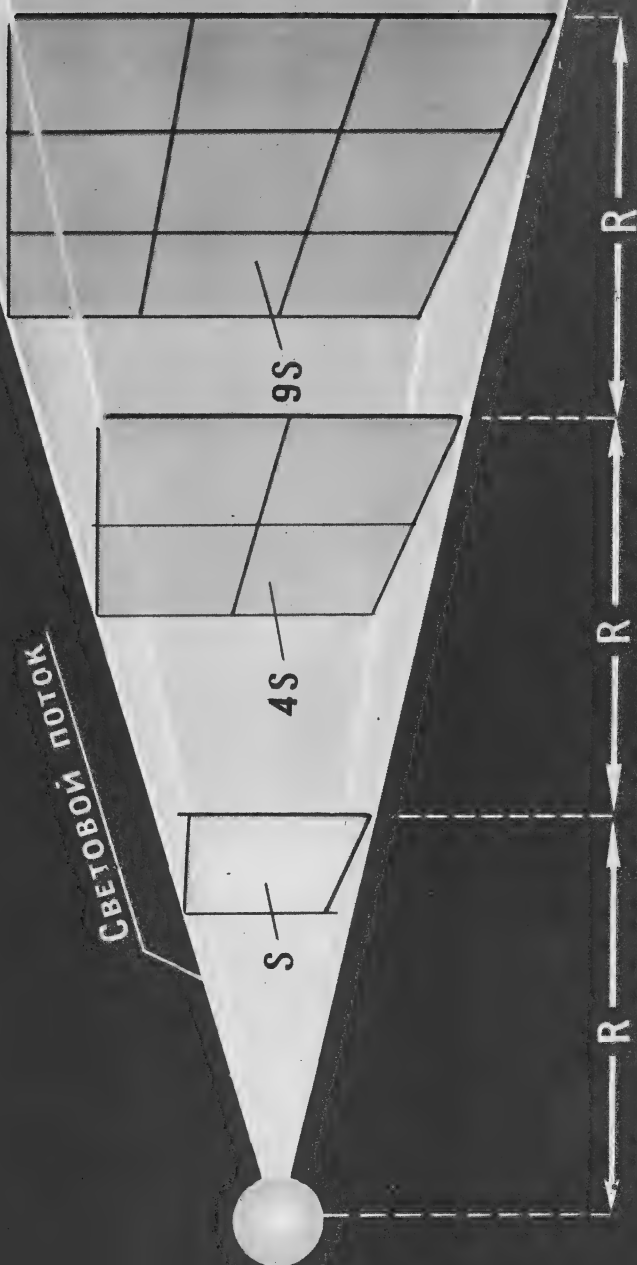


Рис. 56. Уменьшение световых импульсов с увеличением расстояния от центра взрыва

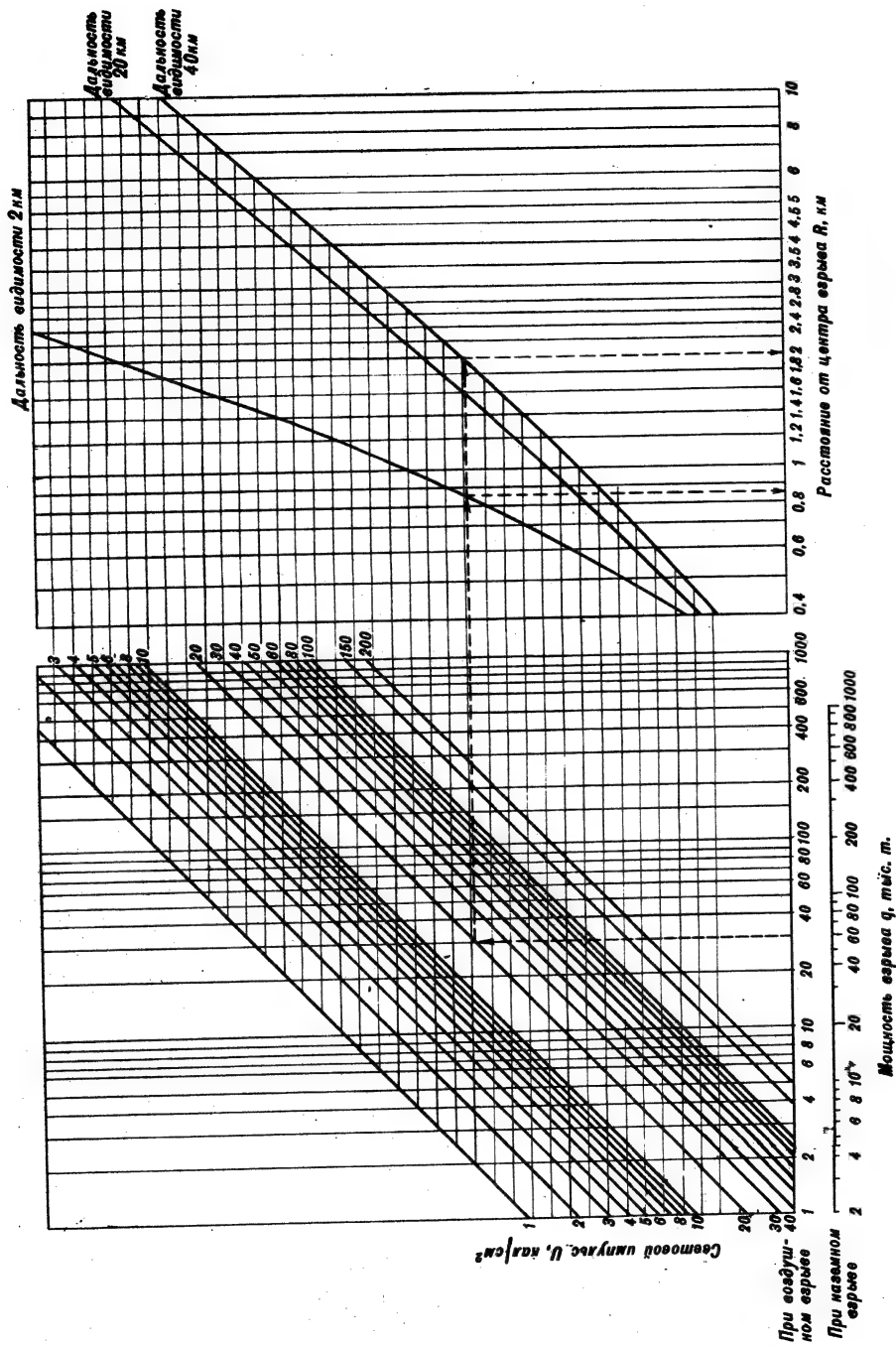


Рис. 57. График для определения расстояния с заданной величиной светового импульса

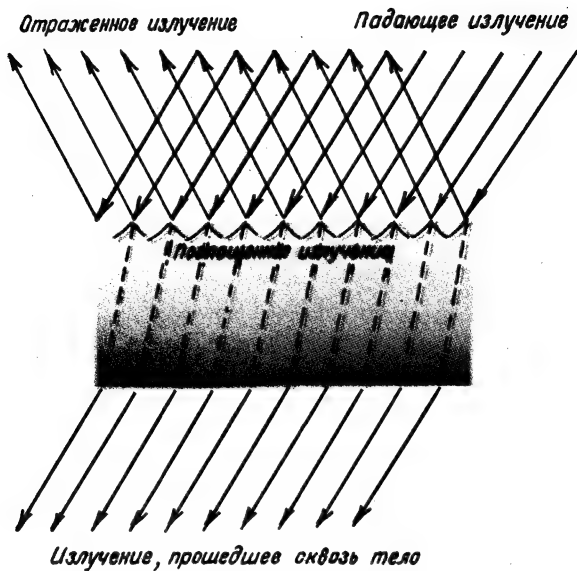


Рис. 58. Поглощение, отражение и пропускание излучения телом

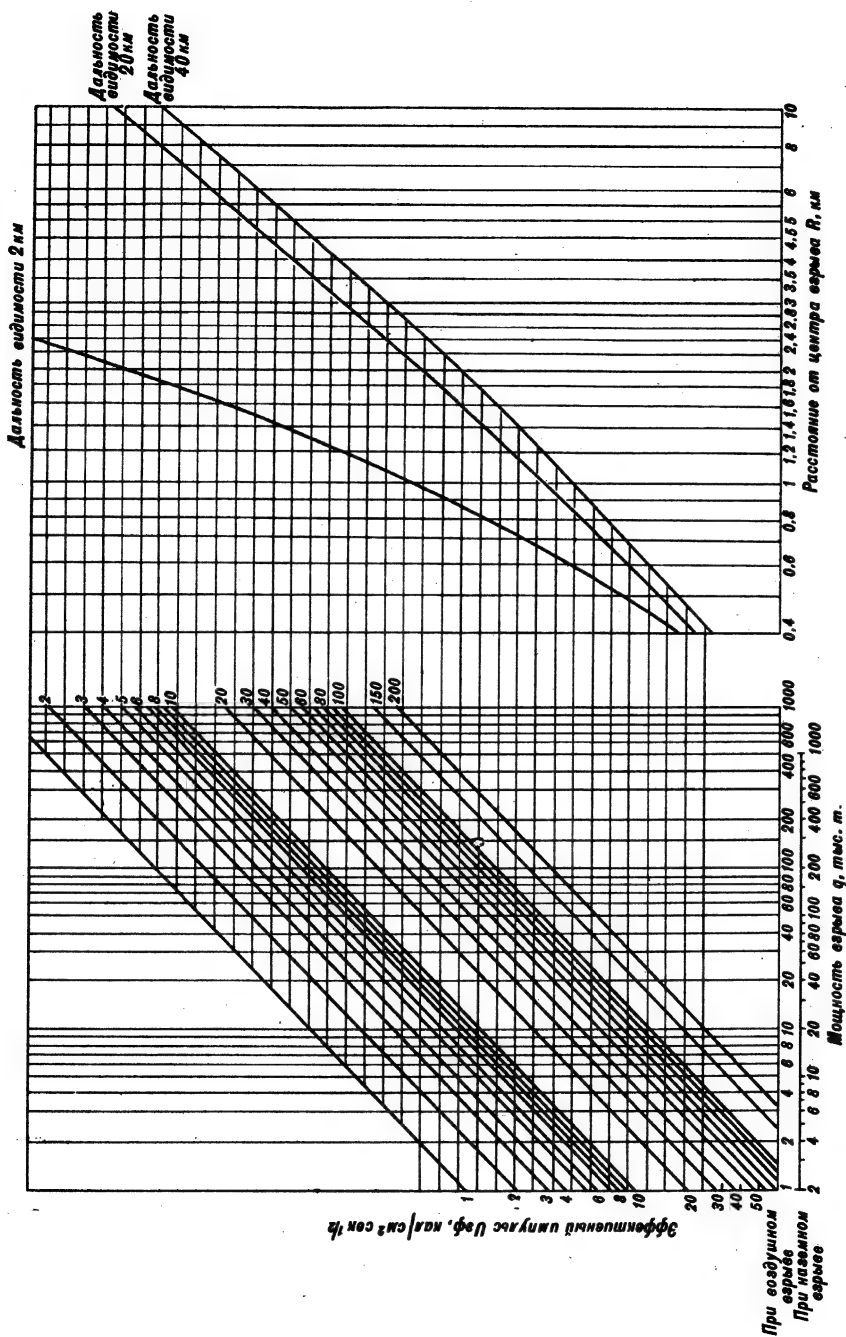


Рис. 60. График для определения расстояния с заданной величиной эффективного импульса

ние или оплавление некоторых материалов при взрыве мощностью 50 тыс. т, приведены в табл. 3. Коэффициент уменьшения или увеличения поражающего светового импульса в зависимости от мощности взрыва приведен на рис. 59.

Таблица 3

Ориентировочные значения световых импульсов, вызывающие обугливание, горение или оплавление некоторых материалов
(при взрыве мощностью 50 тыс. т)

Наименование материала	Световой импульс (в кал/см ²), вызывающий		
	обугливание	горение	начало оплавления
Березовые доски сухие	10	50	—
Сосновые доски сухие	7	50	—
Сосновые доски, окрашенные в черный цвет	—	30	—
Сосновые доски, окрашенные в белый цвет	40	150	—
Древесная кора сухая	3	25	—
Дерматин	4	6	—
Брезент палаточный	4	15	—
Парусина неотбеленная	10	30	—
Полотно суровое	10	15	—
Ткань шторная коричневая	5	7	—
Мешковина упаковочная	8	15	—
Сатин синий и черный	4	6	—
Бязь белая	10	20	—
Бостон защитного цвета	6	12	—
Диагональ темно-синяя	6	15	—
Габардин защитного цвета	6	12	—
Сукно шинельное серое	7	30	—
Ткань хлопчатобумажная цвета хаки	4	7	—
Бумага белая	8	15	—
Стекло оконное	—	—	700—800
Красная черепица	—	—	20
Алюминий толщиной 3 мм	—	—	140—170
Железо толщиной 1 мм	—	—	260
Железо толщиной более 2 мм	—	—	750
Медь толщиной 2 мм	—	—	370
Фольга медная толщиной 0,1 мм	—	—	30

По величинам световых импульсов, приведенным в табл. 3, и по графику (рис. 57) их зависимости от расстояния для различной дальности видимости может быть определен радиус зоны повреждения различных материалов световым излучением. Следует, однако, иметь в виду, что для расчета радиуса зоны повреждения при взрывах боеприпасов большей или меньшей мощности значения световых импульсов, приведенные в табл. 3, должны быть увеличены или уменьшены в соответствии с графиком (рис. 59).

Существует и несколько иная методика расчета импульсов, вызывающих различные повреждения материалов, исключающая промежуточные вычисления величины светового импульса в

зависимости от мощности взрыва. Для этой цели вводится понятие—эффективный импульс, который равен

$$u_{\text{эф}} = \frac{6u}{\sqrt[6]{q}} \text{ кал/см}^2 \cdot \text{сек}^{1/2},$$

где u — световой импульс, кал/см^2 ;
 q — мощность взрыва, т.

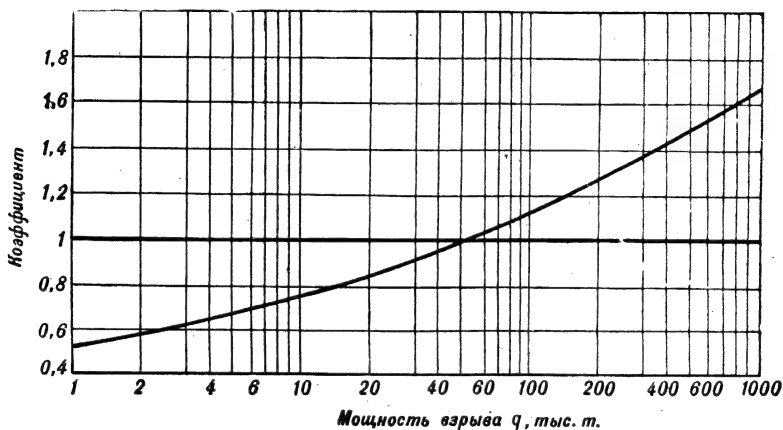


Рис. 59. Коэффициент изменения поражающего светового импульса в зависимости от мощности взрыва

Величина эффективного импульса, при которой возникает данное повреждение, не зависит от мощности взрыва, а следовательно, и от длительности свечения. Этим обстоятельством и объясняется удобство пользования эффективным импульсом при расчетах поражающего действия светового излучения.

Численно значение эффективного импульса, при котором происходит обугливание и воспламенение материалов, совпадает с величиной светового импульса при взрыве мощностью 50 тыс. т.

Для вычисления радиуса зоны повреждения в качестве численных значений эффективного импульса можно брать величины светового импульса из табл. 3 и расчет вести по графику (рис. 60). Методика пользования этим графиком такая же, как и графиком, приведенным на рис. 57.

Поражающее действие светового излучения ядерного взрыва характерно тем, что вызывает огромное количество очагов пожаров на большой площади. Если не принять своевременно меры к их локализации и тушению, то отдельные очаги сольются в сплошной пожар, тушить который значительно труднее. Особенно опасны пожары в городах, лесах и в массивах созревающих хлебов. При пожаре на большой площади может возникнуть так называемый

Дозы проникающей радиации при взрыве мощностью 1 тыс. т

Расстояние от центра взрыва, м	Доза D_1 , р	Расстояние от центра взрыва, м	Доза D_1 , р
100	~160000	1600	1,5
200	26000	1700	0,9
300	8000	1800	0,54
400	3000	1900	0,33
500	1270	2000	0,19
600	600	2100	0,12
700	270	2200	0,073
800	150	2300	0,045
900	80	2400	0,028
1000	42	2600	0,010
1100	23	2800	0,0042
1200	13	3000	0,0013
1300	7,8	3200	0,00054
1400	4,5	3400	0,00025
1500	2,6	3600	0,0001

Таблица 5

Значение коэффициента a

Мощность взрыва q , тыс. т	Коэффициент a	Мощность взрыва q , тыс. т	Коэффициент a
1	1,0	20	44
2	2,2	30	80
3	3,5	50	160
4	5,0	75	320
5	6,7	100	470
6	8,5	150	900
8	12,0	200	1400
10	17,0	300	2500
15	28		

Пример 1. Определить дозу проникающей радиации на расстоянии $R = 1600$ м от центра наземного ядерного взрыва мощностью $q = 150$ тыс. т.

Решение. Из табл. 4 следует, что $D_1 = 1,5$ р. Определив по табл. 5, что коэффициент $a = 900$, находим дозу проникающей радиации

$$D = aD_1 = 900 \cdot 1,5 = 1350 \text{ р.}$$

Пользуясь соотношением (1) и табл. 4 и 5, можно определять радиусы зон поражения личного состава проникающей радиацией.

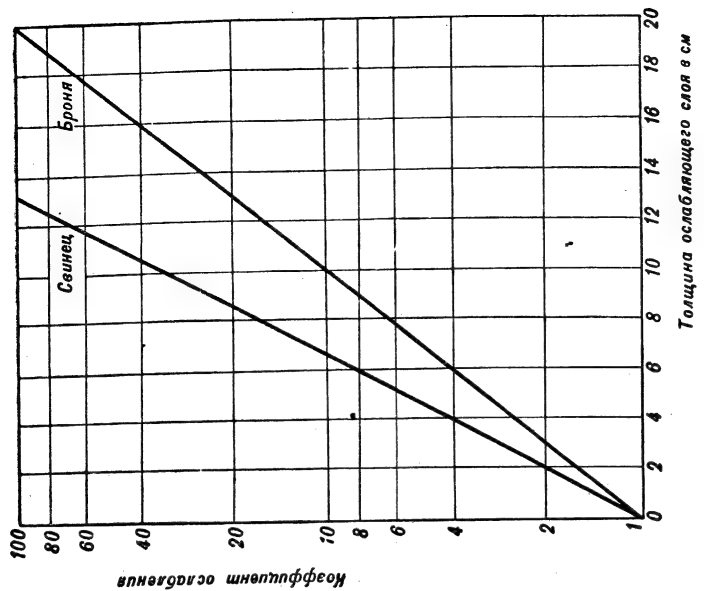


Рис. 64. Ослабление гамма-излучения различными материалами

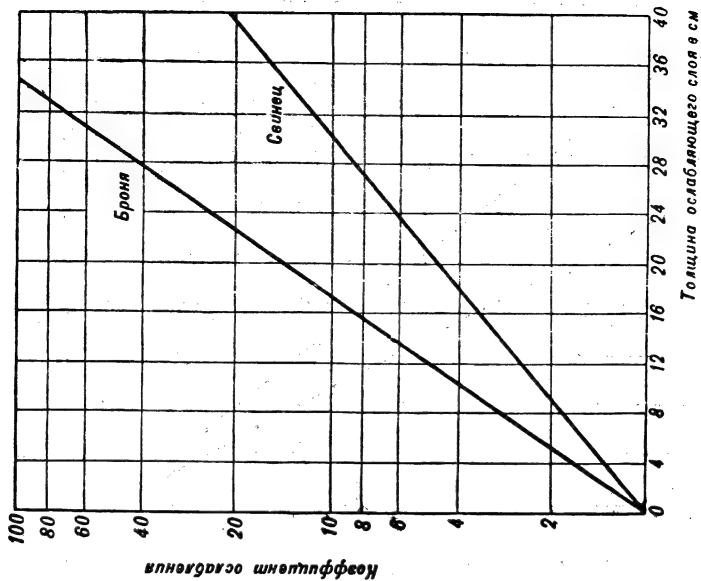
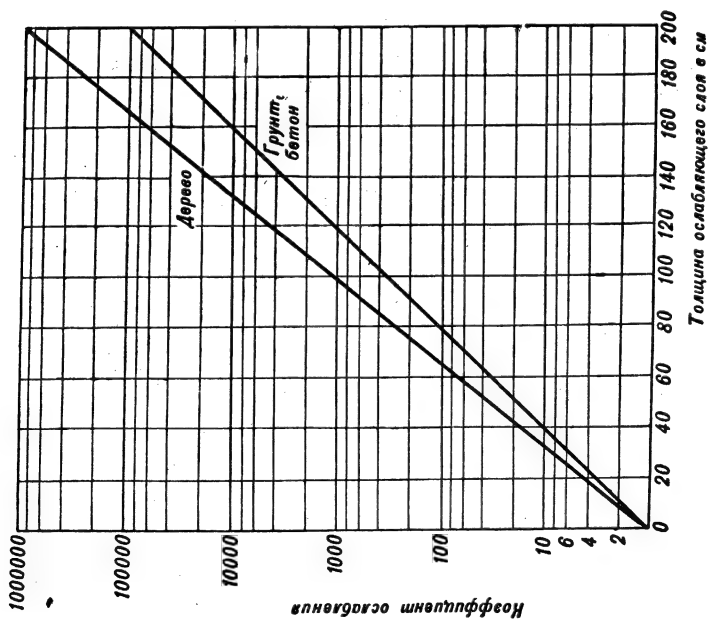


Рис. 65. Ослабление доз нейтронов различными материалами

Рассмотренный пример показывает, что защитой от проникающей радиации могут явиться и различные естественные укрытия: овраги, канавы, обратные по отношению к взрыву скаты холмов и другие неровности местности.

Таким образом, защита от поражающего действия проникающей радиации должна быть основана на умелом и своевременном использовании не только оборонительных сооружений, но и таких естественных укрытий, в которых на пути распространения гамма-лучей и нейтронов оказывается большая толщина грунта или других материалов, способная существенно ослабить дозу радиации.

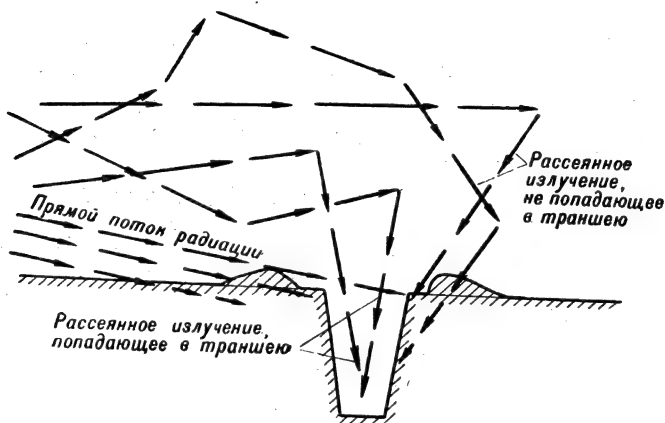


Рис. 66. Ослабление проникающей радиации траншеей

§ 10. Радиоактивное заражение

Среди поражающих факторов ядерного взрыва радиоактивное заражение местности занимает особое место, так как вызываемые им поражения людей могут наблюдаться дни, недели, а в ряде случаев и месяцы. В отличие от отравляющих веществ радиоактивные продукты ядерного взрыва способны оказывать поражающее действие не только при попадании на кожу или внутрь организма (через органы дыхания, рот, раны), но и на расстоянии — путем внешнего облучения.

Весьма важной особенностью радиоактивного заражения является то, что его нельзя обнаружить ни по цвету, ни по вкусу, ни по запаху. Оно может быть выявлено лишь при помощи дозиметрических приборов.

За последние годы в связи с практическим осуществлением термоядерной реакции мощность ядерного оружия значительно возросла. Это привело к существенному повышению значения радиоактивного заражения как поражающего фактора.

осколочной активностью. Спустя 5—7 дней после наземного взрыва вследствие относительно большой скорости распада искусственных радиоактивных изотопов (алюминия-28, марганца-56 и натрия-24) заражение всего района наземного взрыва обуславливается практически лишь осколочной активностью. Следовательно, с этого времени уровни радиации в любой точке зараженной местности уменьшаются в соответствии со скоростью распада осколков деления.

График зависимости уровней радиации от времени в районе наземного и воздушного взрывов приведен на рис. 67.

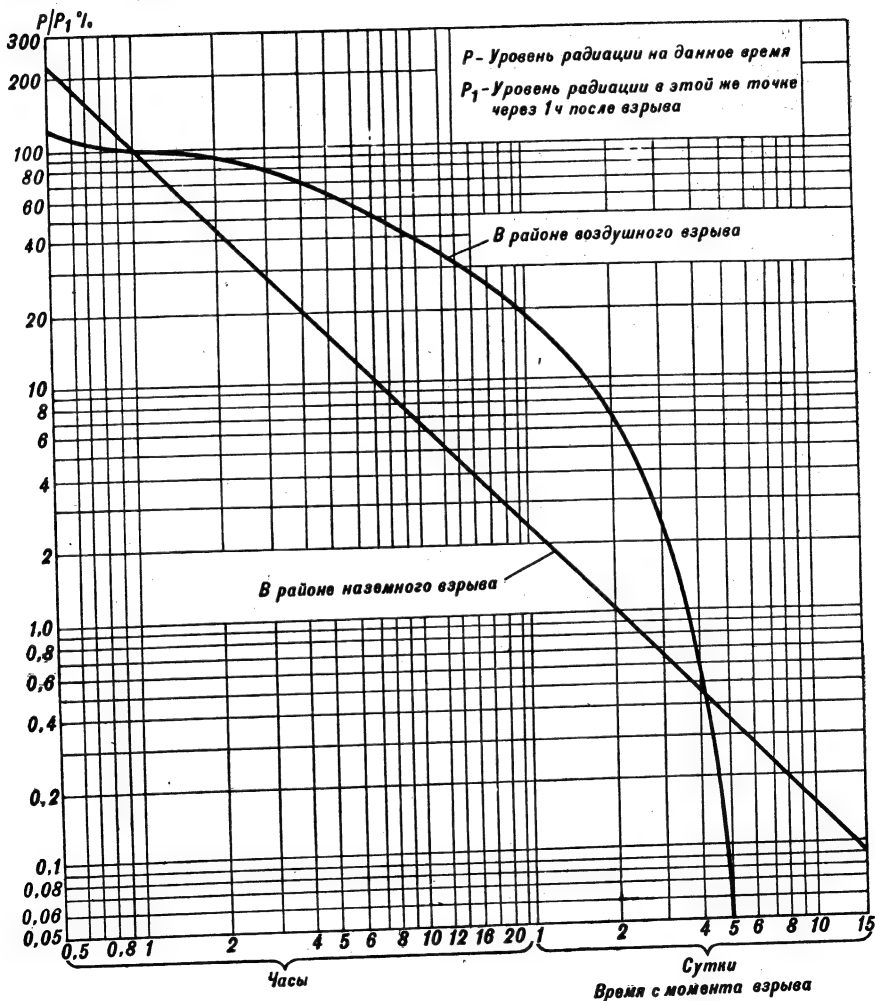


Рис. 67. Зависимость уровней радиации от времени в районе наземного и воздушного взрывов

На рис. 68 приведена графическая зависимость уровней радиации от расстояния до центра наземного взрыва мощностью 1 тыс. т через час после взрыва. Уровень радиации на заданном расстоянии от центра наземного взрыва прямо пропорционален мощности взрыва:

$$P = P_1 q \text{ п/ч},$$

где P_1 — уровень радиации при взрыве мощностью 1 тыс. т (рис. 68);

q — мощность взрыва, для которой определяется уровень радиации, тыс. т.

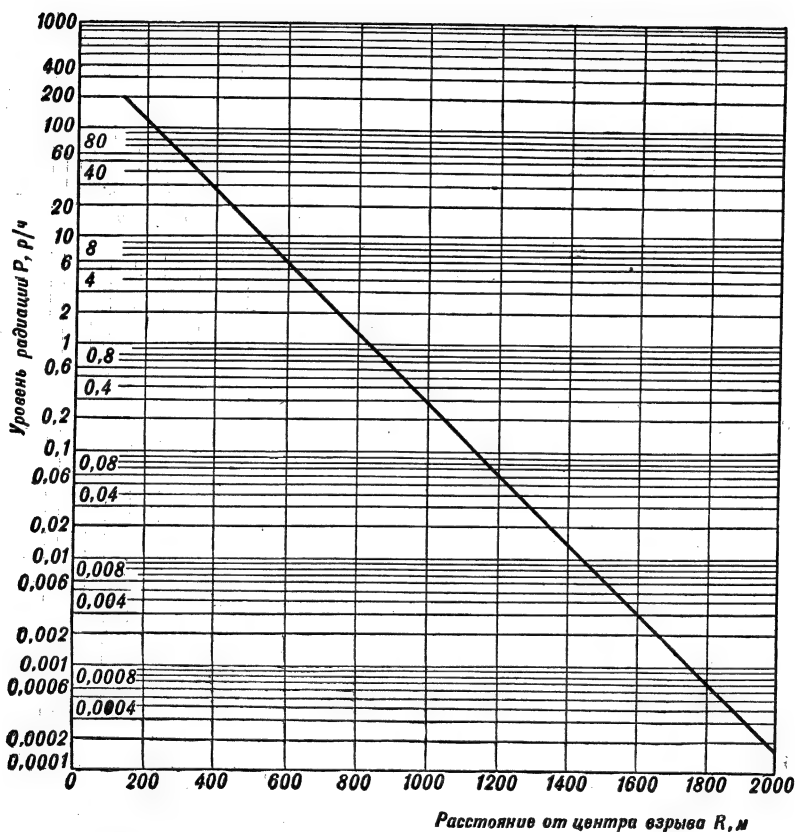


Рис. 68. Уровни радиации в районе наземного взрыва мощностью 1 тыс. т через 1 ч после взрыва

Пример. Определить уровень радиации на расстоянии 800 м через 1 ч после наземного взрыва мощностью 50 тыс. т.

Решение. Из точки на горизонтальной оси графика (рис. 68), соответствующей расстоянию 800 м, проводим вертикальную линию до пересечения ее с наклонной прямой. Против точки пересечения

чения на вертикальной оси находим, что уровень радиации для взрыва мощностью 1 тыс. т равен приблизительно 1,3 р/ч. Тогда искомый уровень радиации будет равен

$$P = P_1 q = 1,3 \cdot 50 = 65 \text{ р/ч.}$$

Для решения таких задач удобно пользоваться графиком (рис. 69), построенным на основании рис. 68 и формулы $P = P_1 q$. Чтобы найти уровень радиации по условиям предыдущего примера, необходимо из точки, соответствующей на рис. 69 расстоянию 800 м, провести линию, перпендикулярную оси расстояний, а из точки, соответствующей 50 тыс. т, — линию, перпендикулярную оси мощностей взрывов. Точка А пересечения этих линий и определит ориентировочное значение искомого уровня радиации. Как видно, он равен примерно 65 р/ч.

Пользуясь рис. 69, можно определять не только уровни радиации, но и любую из трех входящих в график величин (уровень радиации, мощность взрыва и расстояние от центра взрыва), если известны две другие величины.

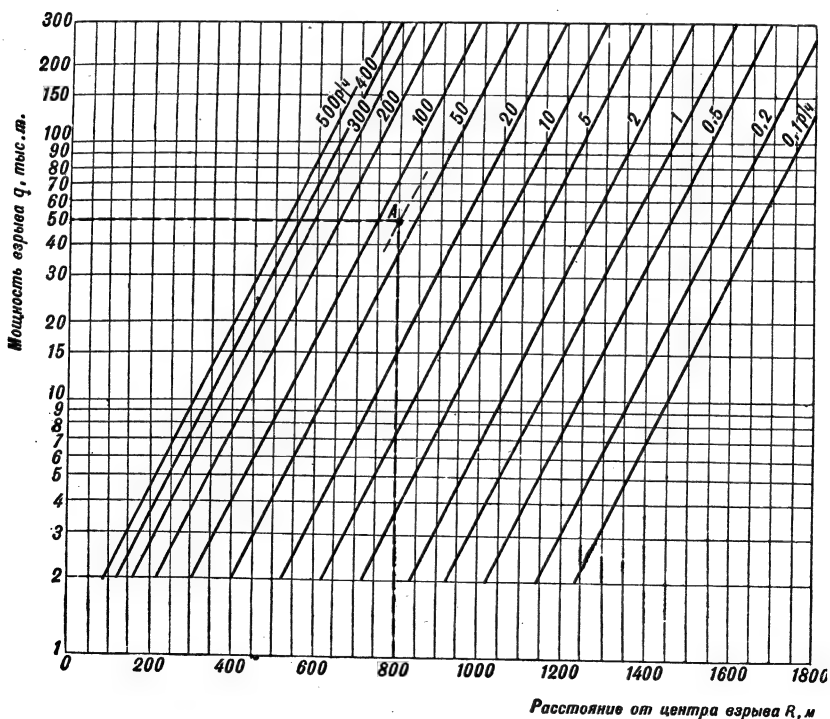


Рис. 69. Зависимость уровней радиации в районе наземного взрыва от мощности взрыва и расстояния через 1 ч после взрыва

При воздушном взрыве светящаяся область, содержащая в себе все продукты взрыва, не касается поверхности земли. Кроме того, восходящими потоками воздуха в само облако втягивается значительно меньше пыли, чем при наземном взрыве. В этом случае все продукты взрыва вместе с облаком поднимаются на большую высоту. Из-за отсутствия в облаке более или менее крупных частиц грунта количество радиоактивных продуктов взрыва, выпадающих непосредственно в районе воздушного взрыва, ничтожно мало по сравнению с наземным взрывом и не имеет существенного значения.

Наведенная активность при воздушном взрыве меньше, чем при наземном, так как вследствие большой высоты взрыва поток нейтронов, достигающий поверхности земли, будет значительно ослаблен. Однако при воздушных взрывах на относительно малых вы-

3

тах (высота H менее $10-12\sqrt{q}$, м) наведенная активность в почве, а следовательно, и уровни радиации на местности оказываются все же сравнительно высокими и притом они тем выше, чем меньше высота взрыва.

Уровни радиации зависят не только от высоты и мощности взрыва, но и от химического состава почвы. Чем больше в почве марганца и натрия, тем выше уровни радиаций.

В разных почвах наибольший разброс наблюдается в содержании марганца; содержание натрия более постоянно. Так как радиоактивный марганец-56 — короткоживущий изотоп (период полураспада его 2,6 ч), то можно ожидать, что в зависимости от состава почвы уровни радиации будут изменяться в довольно широких пределах только в течение первых суток. За это время марганец-56 практически полностью распадается, тогда как радиоактивный натрий остается в почве значительно более длительное время.

Под действием нейтронов взрыва радиоактивные изотопы образуются не только в поверхностном слое грунта, но и на некоторой достигаемой нейтронами глубине. Причем обычно наибольшая активность грунта наблюдается на глубине около 5 см. Это объясняется тем, что ядрами атомов легче захватываются те нейтроны, которые замедлились в верхних слоях. С увеличением глубины активность грунта постепенно снижается, и на глубине 50—60 см она в десятки раз меньше, чем в 5—6 см от поверхности.

Из этой особенности распределения наведенной активности в грунте следует, что снятие тонкого слоя грунта или мелкое перепахивание, осуществляемое с целью дезактивации местности в районе воздушного взрыва, не даст желаемого результата, а в некоторых случаях может привести даже к увеличению уровня радиации на местности. Лучшим средством дезактивации в таких условиях может служить засыпка зараженной местности слоем незараженного грунта.

Поскольку поток нейтронов ядерного взрыва, вызывающий наведенную активность в почве, практически симметричен, зона заражения в районе воздушного взрыва представляет собой довольно правильный круг.

Как и при наземном взрыве, уровни радиации на одинаковом расстоянии от центра воздушного взрыва прямо пропорциональны мощности взрыва. На рис. 70, а приведена зависимость уровней радиации в районе низкого воздушного взрыва мощностью 1 тыс. т от расстояния до центра взрыва. Уровень радиации в районе воздушного взрыва любой другой мощности можно определять, пользуясь соотношением $P = P_1 q p/\text{ч}$.

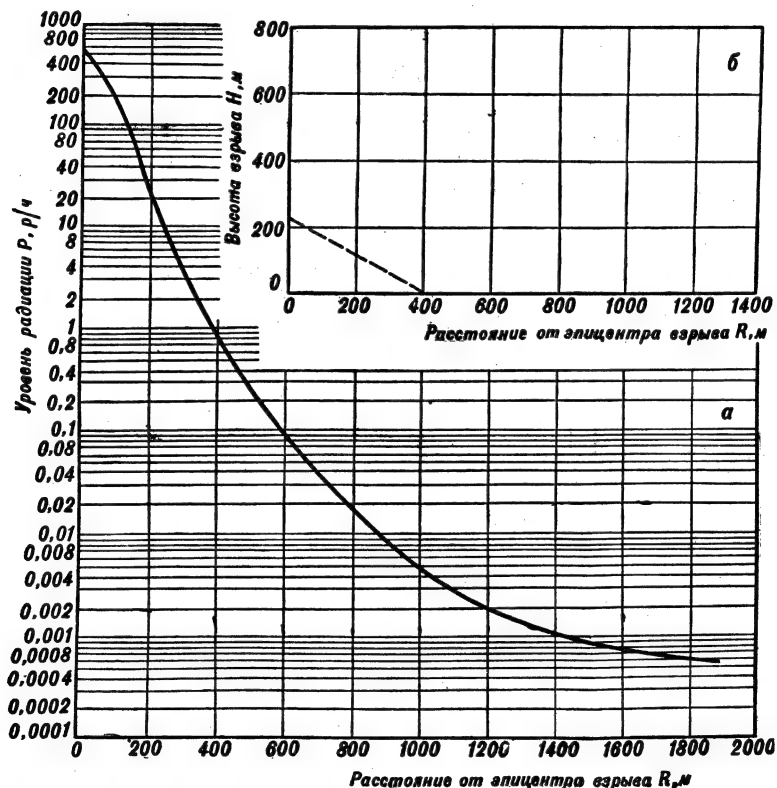


Рис. 70. Уровни радиации в районе воздушного взрыва мощностью 1 тыс. т через 1 ч после взрыва

В большинстве случаев удобнее указывать расстояния не от центра взрыва, а от эпицентра. Для определения расстояния до эпицентра взрыва по расстоянию до центра и заданной высоте взрыва служит рис. 70, б.

Пример. Определить уровень радиации через 1 ч после воздушного взрыва мощностью 30 тыс. т на расстоянии 400 м от эпицентра.

Высота взрыва 220 м ($7\sqrt[3]{q}$).

Решение. Пользуясь рис. 70,б, определим, чему равно расстояние от рассматриваемой точки до центра взрыва. Для этого соединим прямой отметку 400 м на горизонтальной оси с отметкой 220 м на вертикальной оси. Длина полученного отрезка в масштабе данного графика будет равна 450 м.

Затем по графику рис. 70, а найдем уровень радиации на расстоянии 450 м. Он равен примерно 0,45 р/ч. Но это уровень радиации для взрыва мощностью 1 тыс. т. При взрыве мощностью 30 тыс. т уровень радиации через час после взрыва будет равен

$$P = P_1 q = 0,45 \cdot 30 = 13,5 \text{ р/ч.}$$

На рис. 71 приведена зависимость уровней радиации в районе низкого воздушного взрыва от мощности взрыва и расстояния до эпицентра, позволяющая достаточно просто определять любую из трех входящих в нее величин по известным двум другим величинам.

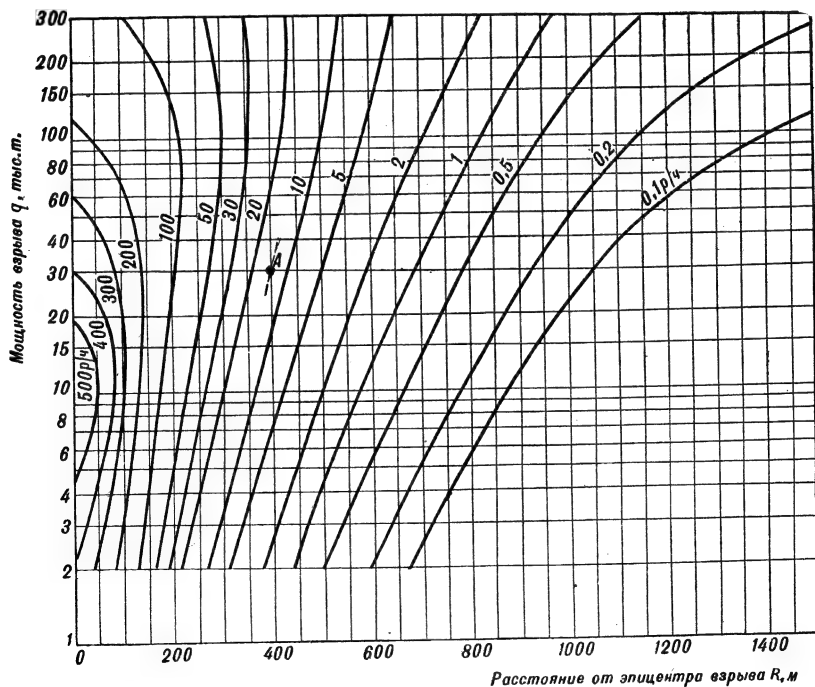


Рис. 71. Зависимость уровней радиации в районе низкого воздушного взрыва от мощности взрыва и расстояния от эпицентра через 1 ч после взрыва

среднего * ветра $v = 50$ км/ч от расстояния до центра взрыва приведена на рис. 73.

Из рис. 73 видно, что с увеличением расстояния от центра взрыва уровни радиации на оси следа вначале возрастают, достигая максимального значения на некотором расстоянии R_{\max} , а затем

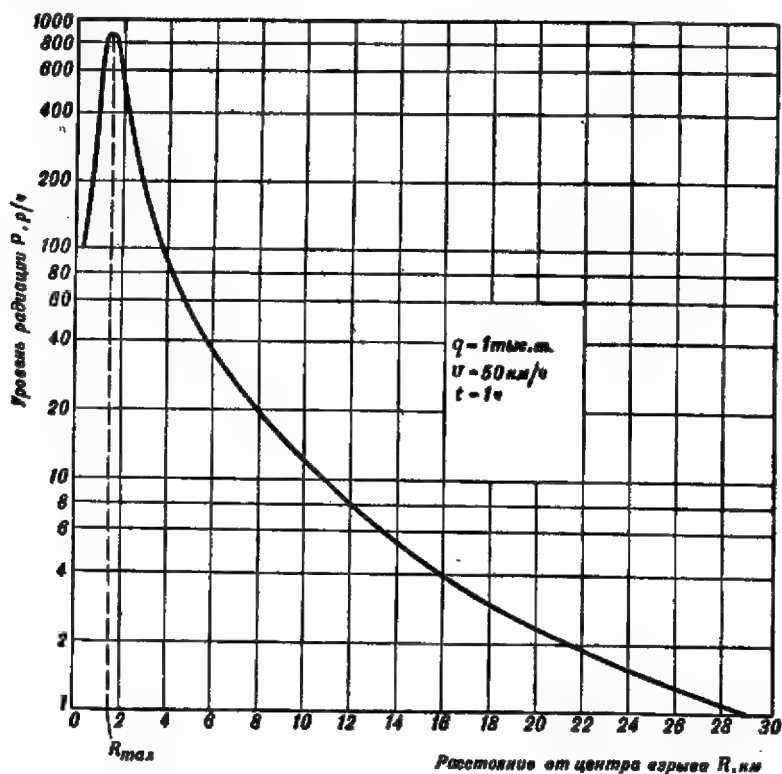


Рис. 73. Уровни радиации на оси следа облака наземного взрыва

постепенно уменьшаются. Основная причина такого явления заключается в неравномерном распределении активности в облаке между частицами различного размера. Мелкие частицы, на долю которых падает большая часть активности, поднимаются на большую высоту, чем крупные. Поэтому ублизи места взрыва (на расстоянии меньше R_{\max}) выпадают относительно крупные частицы, общая активность которых сравнительно невелика. На больших расстояниях, где выпадают частицы, несущие основную долю активности, уровни радиации будут больше.

* Скорости ветра на различных высотах обычно отличаются по величине и по направлению. Средним ветром принято называть ветер, являющийся средним по скорости и направлению для всех слоев атмосферы в пределах высоты подъема облака взрыва.

среднего* ветра $v = 50 \text{ км/ч}$ от расстояния до центра взрыва приведена на рис. 73.

Из рис. 73 видно, что с увеличением расстояния от центра взрыва уровни радиации на оси следа вначале возрастают, достигая максимального значения на некотором расстоянии R_{max} , а затем

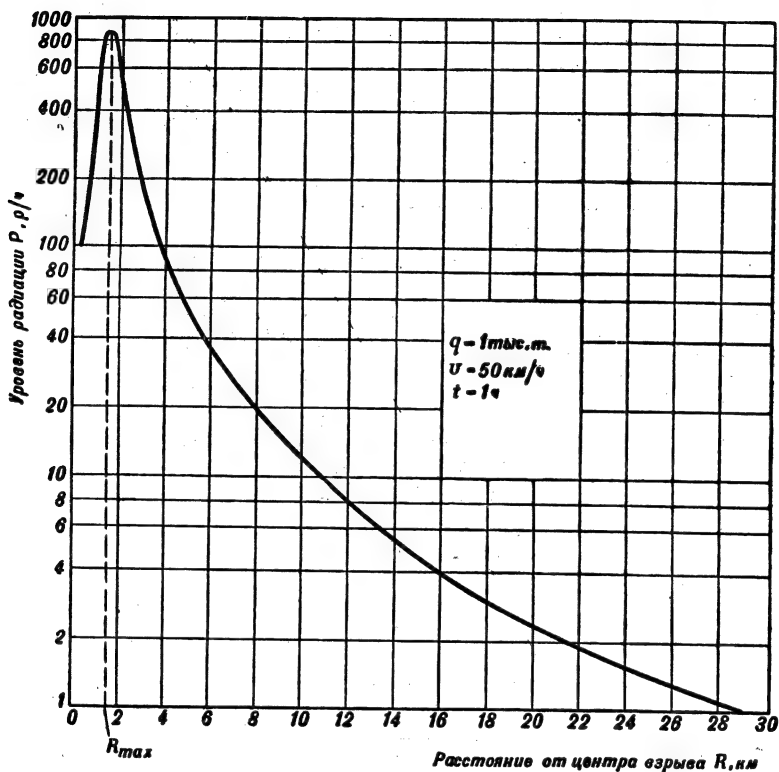


Рис. 73. Уровни радиации на оси следа облака наземного взрыва

постепенно уменьшаются. Основная причина такого явления заключается в неравномерном распределении активности в облаке между частицами различного размера. Мелкие частицы, на долю которых падает большая часть активности, поднимаются на большую высоту, чем крупные. Поэтому вблизи места взрыва (на расстоянии меньше R_{max}) выпадают относительно крупные частицы, общая активность которых сравнительно невелика. На больших расстояниях, где выпадают частицы, несущие основную долю активности, уровни радиации будут больше.

* Скорости ветра на различных высотах обычно отличаются по величине и по направлению. Средним ветром принято называть ветер, являющийся средним по скорости и направлению для всех слоев атмосферы в пределах высоты подъема облака взрыва.

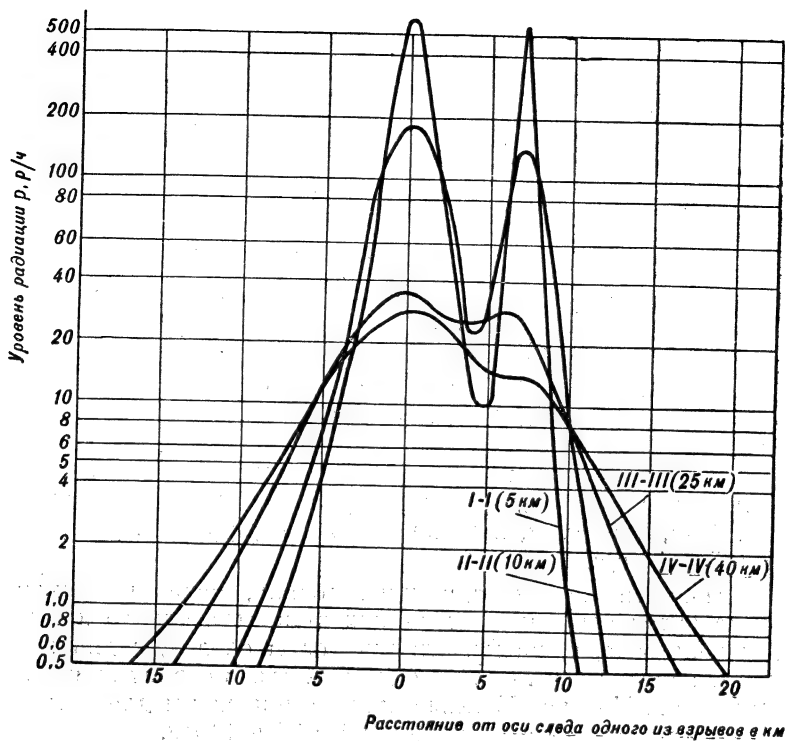


Рис. 79. Кривые уровней радиации в различных сечениях следа облака

Второй способ. Этот способ позволяет строить кривые уровней радиации в сечениях, перпендикулярных осям следов, не вычерчивая большого количества эллипсов для каждого взрыва.

Сущность этого способа рассмотрим на построении точек кривой уровней радиации в сечении II—II, проведенном на расстоянии 10 км от центра взрыва мощностью 8 тыс. т (рис. 81).

Определим суммарный уровень радиации в точке А, положение которой относительно центров взрывов задано координатами $a_1 = 6$ км, $b_1 = 10$ км; $a_2 = 13$ км и $b_2 = 16$ км.

Уровень радиации в точке А, как и в любой другой точке зоны наложения радиоактивных следов, равен сумме уровней радиации от двух взрывов. Определим эти уровни для каждого взрыва отдельно. При этом будем иметь в виду, что уровень радиации от рассматриваемого взрыва будет в точке А таким же, как и на оси следа в точках, где ось пересекла бы проведенный через точку А эллипс, изображающий зону заражения с данным уровнем радиации. Расстояние R до дальней границы (расстояние от центра взрыва до

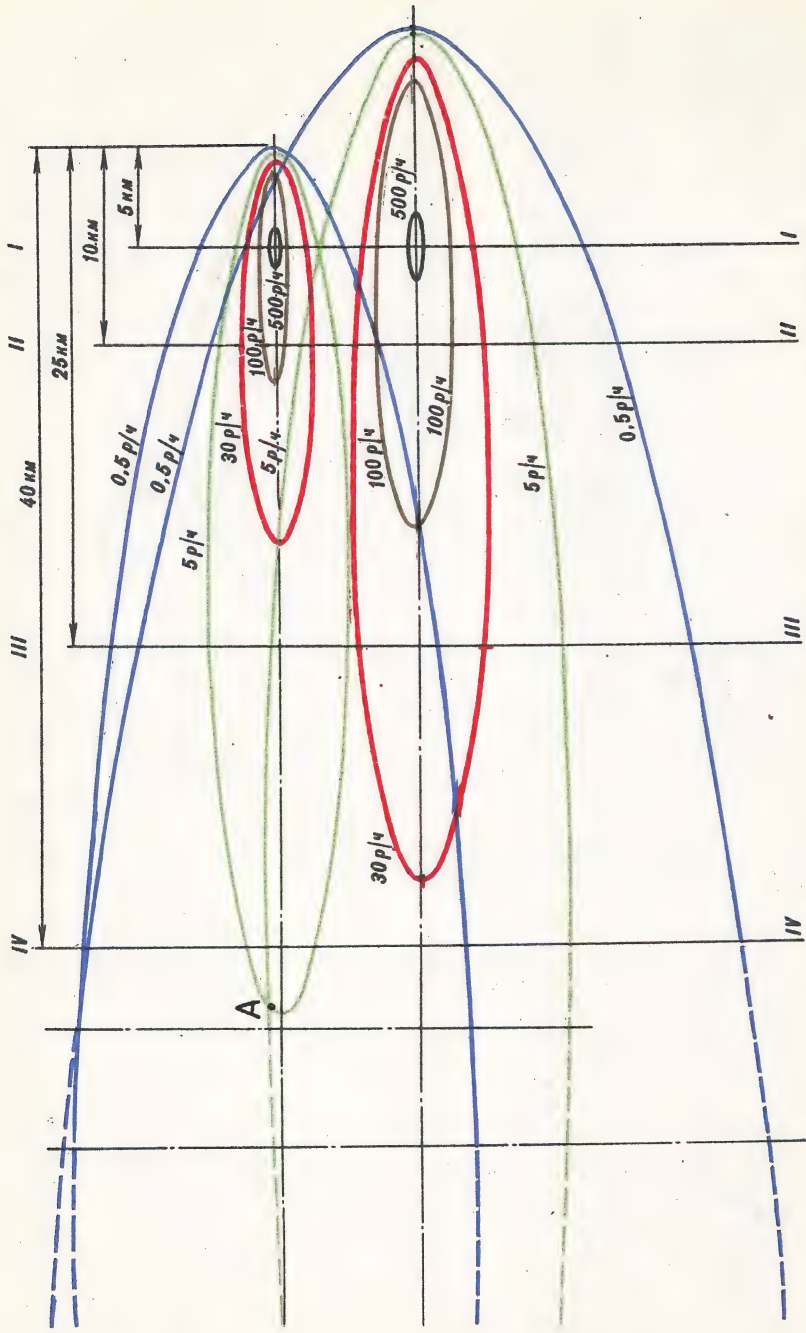


Рис. 78. Вспомогательная схема зон заражения с различными уровнями радиации на следе облака взрывов мощностью 8 и 30 тыс. т

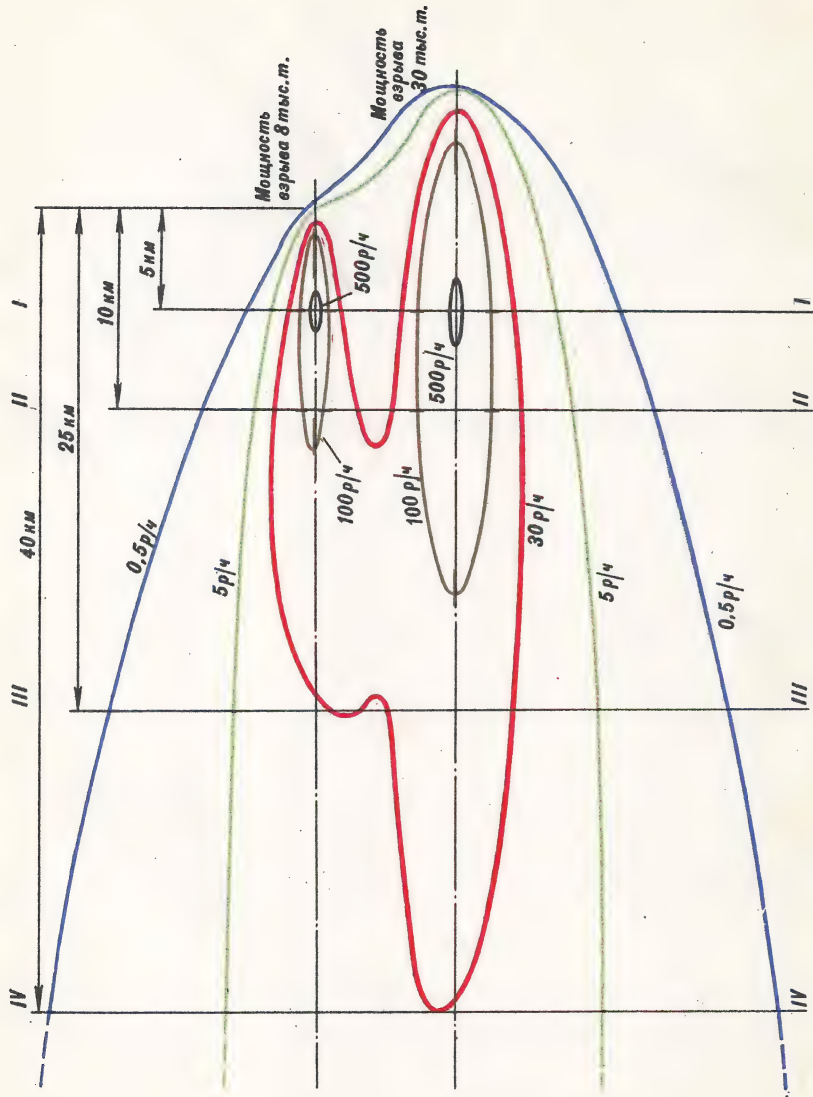


Рис. 80. Схема района заражения от двух взрывов



Рис. 86. Площадь поверхности тела человека, на которую воздействует скоростной напор, в положении лежа и стоя

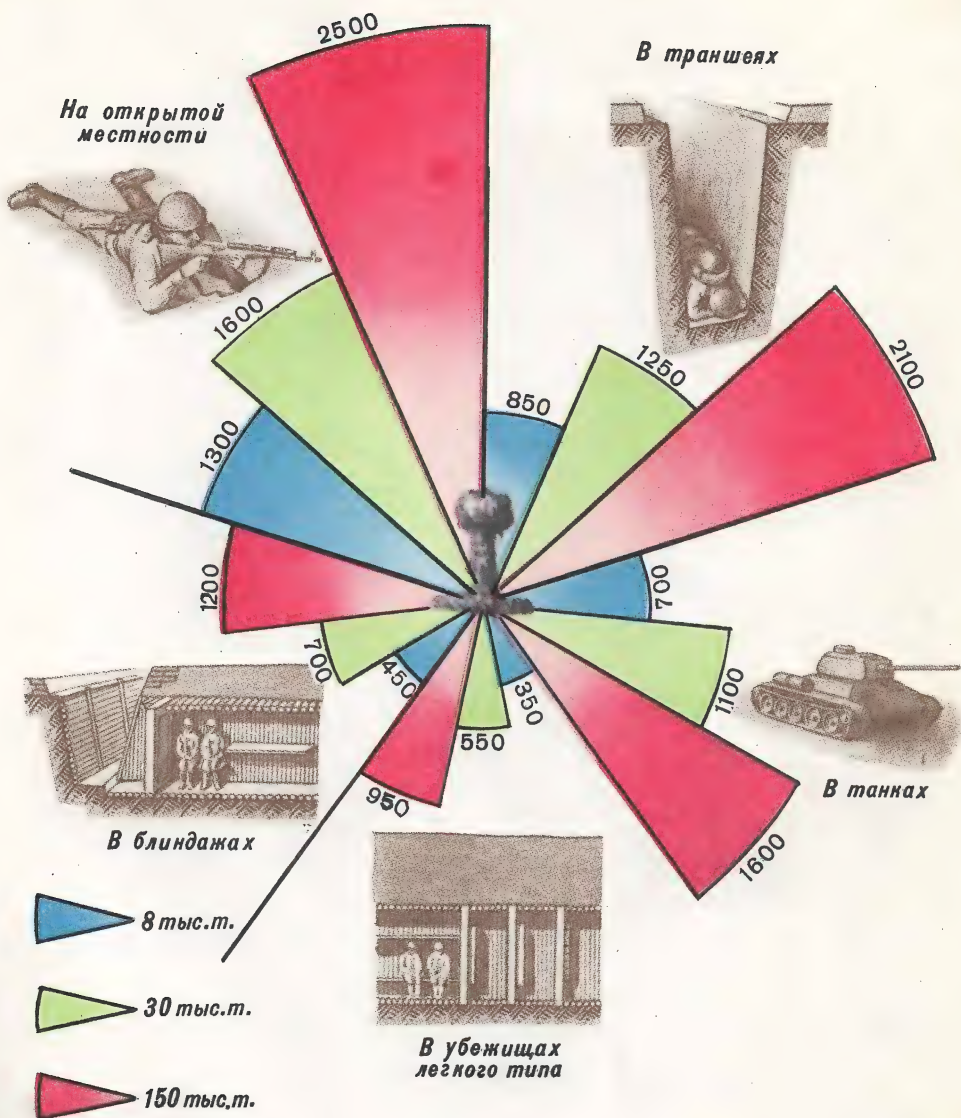


Рис. 87. Радиусы зон выхода из строя личного состава в результате комбинированных поражений при наземных ядерных взрывах различной мощности (в метрах)

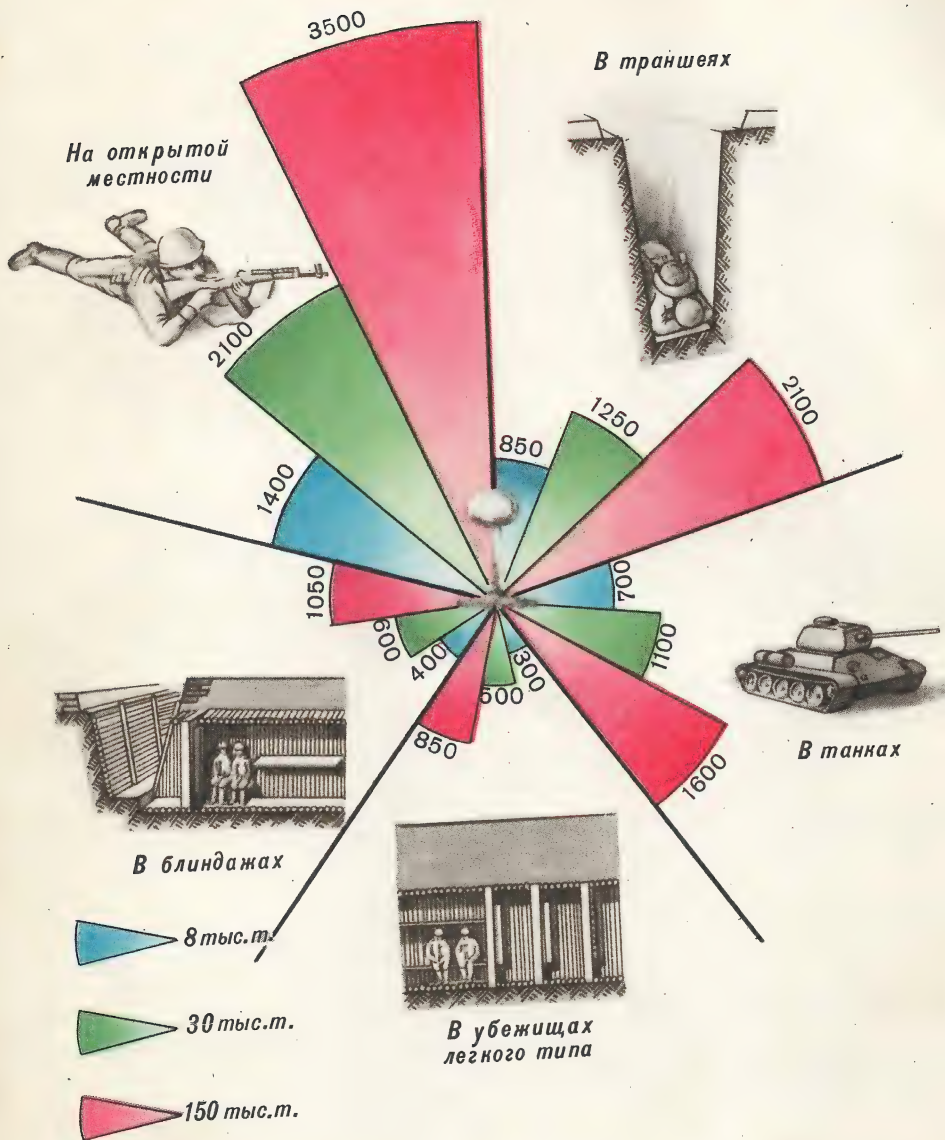


Рис. 88. Радиусы зон выхода из строя личного состава в результате комбинированных поражений при воздушных ядерных взрывах различной мощности (в метрах)

Радиусы зон выхода из строя личного состава в результате комбинированных поражений при ядерных взрывах (в м)

Условия размещения личного состава	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		1	2	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Открыто на местности	Наземный	850	950	1050	1150	1300	1350	1400	1450	1600	1700	1800	2000	2200	2500	2700	3100
	Воздушный	850	950	1050	1200	1400	1500	1700	1850	2100	2300	2500	2800	3100	3500	3800	4400
В траншеях	Наземный и воздушный	520	600	675	750	850	900	1000	1100	1250	1350	1500	1700	1800	2100	2300	2600
В танках	Наземный и воздушный	440	500	560	650	700	750	840	900	1100	1150	1200	1300	1450	1600	1750	2000
В блиндажах	Наземный	225	280	320	380	450	480	550	600	700	770	850	950	1050	1200	1300	1500
	Воздушный	200	250	290	350	400	430	500	550	600	650	750	850	950	1050	1150	1350
В убежищах легкого типа	Наземный	180	220	250	300	350	380	440	480	550	600	650	750	800	950	1050	1200
	Воздушный	160	200	230	280	300	350	400	440	500	550	600	700	750	850	950	1050

более слабой ударной волной, чем хорошо закрепленные. Расшатавшаяся, с неплотно прикрывающимися дверцами кабина автомобиля будет повреждена ударной волной в большей степени, чем исправная и плотно закрытая. Самолеты и автомобили, стоящие боком к направлению движения ударной волны, опрокидываются при меньших избыточных давлениях ударной волны, чем стоящие носовой частью (радиатором), а при опрокидывании и ударе о землю автомобили и самолеты могут получить большие дополнительные повреждения.

Очень часто различные объекты могут получить большие повреждения вследствие местного усиления ударной волны, отраженной от скатов холмов или стен крупных зданий. В то же время предметы, находящиеся за холмами и экранированные от действия волны, получают значительно меньшие повреждения. Однако в отдельных случаях и в зонах экранирования возможно местное фокусирование ударной волны, т. е. увеличение ее избыточного давления, что может привести к усилению поражающего действия.

Учитывая перечисленные обстоятельства, зоной слабых, средних или сильных повреждений каких-либо объектов, например танков, считают такую зону, в пределах которой большинство объектов получают данное повреждение.

Рассмотрим, какие же конкретно повреждения наносятся боевой технике и вооружению в различных зонах.

Из всех видов боевой техники наименее устойчивы к воздействию ударной волны **самолеты и вертолеты**. Они получают повреждения на наибольших расстояниях от места взрыва. Даже сравнительно слабая ударная волна (с избыточным давлением около $0,07—0,08 \text{ кг/см}^2$) может нанести многим типам самолетов слабые повреждения: местное обжатие обшивки крыльев и фюзеляжа, незначительное повреждение створок люков, повреждение обтекателей антенн (рис. 89).

Средние повреждения самолета будут носить такой же характер, но выражаются они значительно сильнее: обжатие обшивки не только охватывает большие площади, но и сопровождается повреждениями ее, створки люков заметно прогибаются и не обеспечивают плотного закрывания отверстий. Возможны повреждения отдельных силовых элементов конструкции крыльев, фюзеляжа и выход из строя некоторых приборов и агрегатов.

При сильных повреждениях у самолетов будут наблюдаться повреждения силовых элементов конструкции крыла и фюзеляжа, деформации элеронов и деталей хвостового оперения, местные срывы обшивки крыльев и фюзеляжа, значительные деформации створок люков, иногда поломки деталей шасси и элеронов (рис. 90 и 91).

Для полного разрушения, возникающего при опрокидывании и отбрасывании самолета, характерны переломы крыльев, фюзеляжа, срыв с креплений двигателей и т. п. (рис. 92).

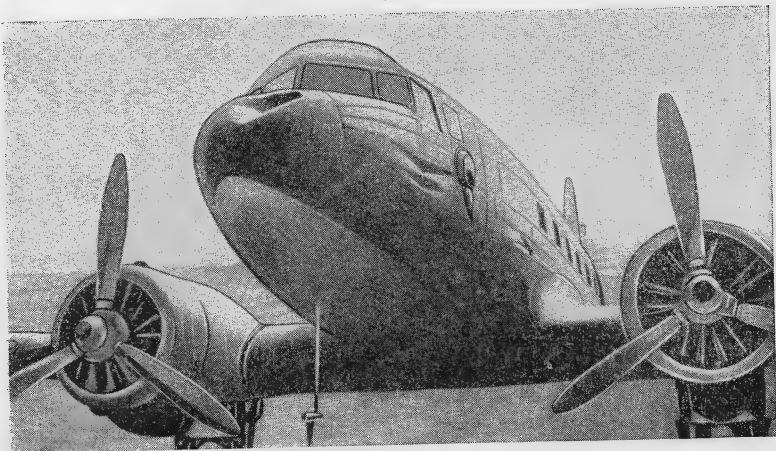


Рис. 89. Пассажирский самолет, получивший слабые повреждения (обжатие обшивки)

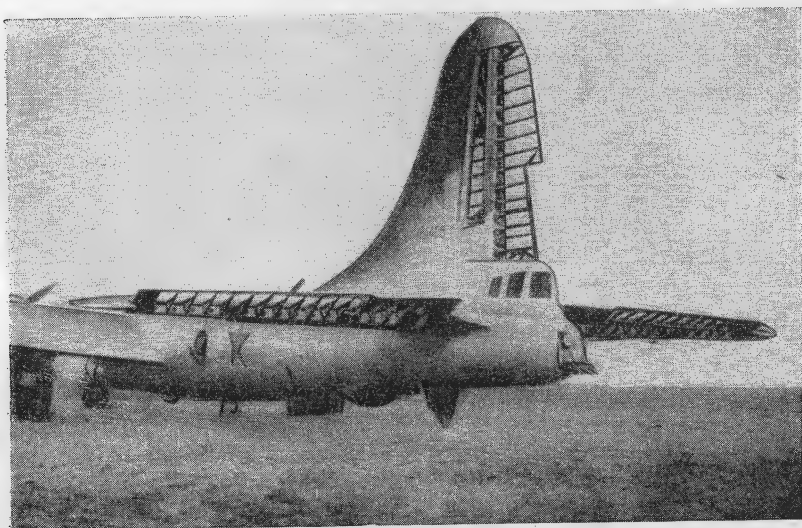


Рис. 90. Тяжелый бомбардировщик, получивший сильные повреждения



Рис. 91. Реактивный истребитель, получивший сильные повреждения

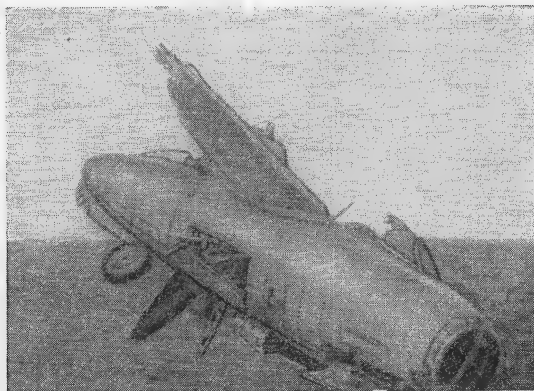


Рис. 92. Реактивный истребитель, разрушенный действием ударной волны

Танки являются наиболее прочным видом боевой техники. Они не только хорошо сами противостоят поражающему действию взрыва, но и защищают экипаж, уменьшая радиусы зоны его поражения.

Танки получают слабые повреждения при избыточном давлении ударной волны около $0,5 \text{ кг/см}^2$, средние — при давлении $1,5\text{—}2 \text{ кг/см}^2$, а сильные — при давлении $4\text{—}5 \text{ кг/см}^2$.

При слабом повреждении для танков и самоходно-артиллерийских установок характерны деформации и срывы наружного оборудования: крыльев, баков, ящиков, выдавливание стекол фар, деформация антенны, иногда повреждение зенитного пулемета.

При среднем повреждении выходят из строя смотровые и прицельные приспособления, происходит заклинивание люков, повреждение жалюзи радиаторов, иногда заклинивание гусениц.

При сильном повреждении наблюдаются заклинивание, а иногда и срыв башни и маски пушки, срыв гусениц, поломки других деталей ходовой части, деформация люков, срыв прицельных приспособлений.

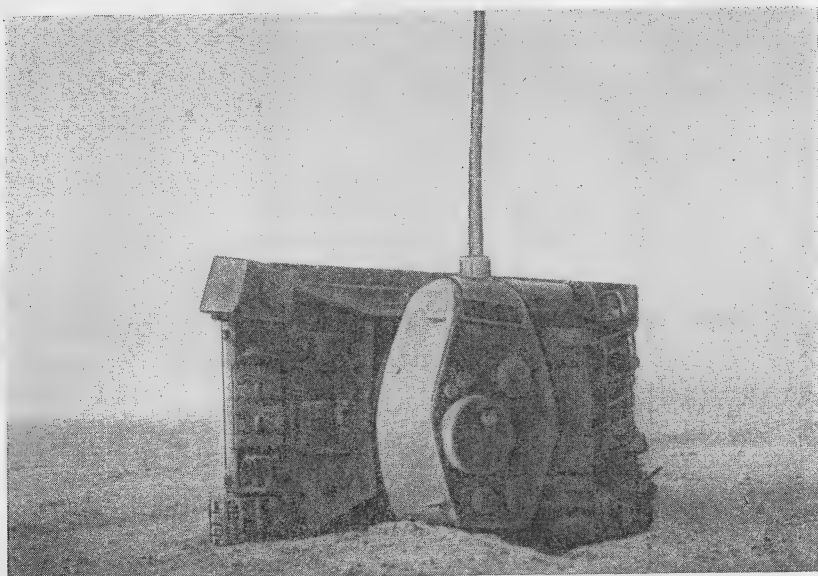


Рис. 93. Средний танк, получивший сильные повреждения

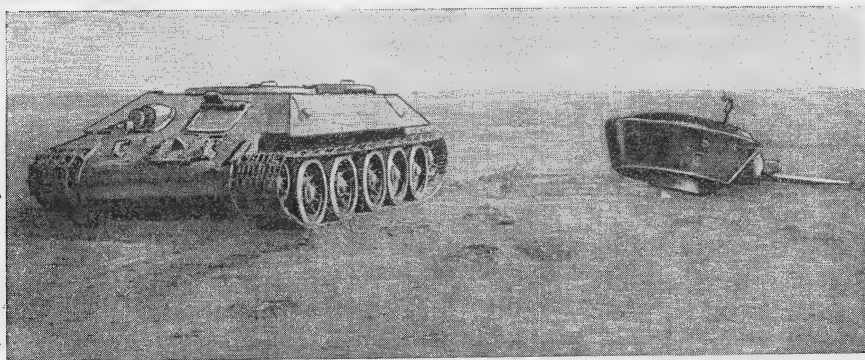


Рис. 94. Средний танк, получивший сильные повреждения.
Башня танка сорвана

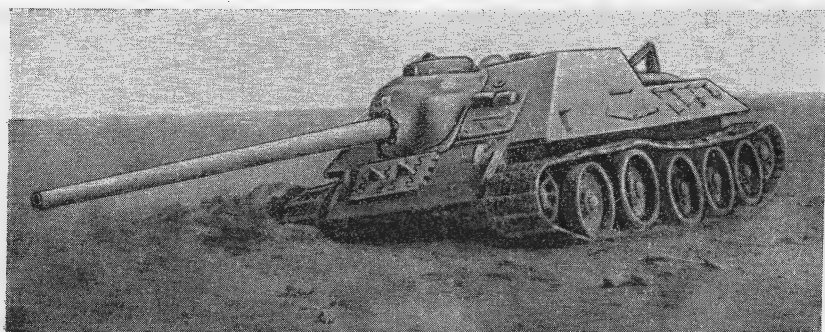


Рис. 95. Самоходно-артиллерийская установка, получившая сильные повреждения

При полном разрушении возможны срыв башни, деформация ствола пушки и пулеметов, срыв двигателя и агрегатов трансмиссии, разрушение ходовой части, а в ряде случаев и корпуса танка.

На рис. 93—95 показаны примеры сильных повреждений среднего танка и самоходно-артиллерийской установки.

Бронетранспортеры менее прочны, чем танки, и в меньшей степени защищают экипаж от поражающего действия взрыва.

Слабые повреждения бронетранспортеры получают при давлении ударной волны $0,35—0,40 \text{ кг/см}^2$ и полностью разрушаются при давлении $2—2,5 \text{ кг/см}^2$.

Для слабого повреждения бронетранспортеров характерны деформация и срыв крыльев, разрушение стекол кабины и фар. При среднем повреждении возможны повреждения радиатора, вентилятора, деформация дверей кабины, бензобаков, срыв фар, повреждение крепления пулеметов. При сильном повреждении и полном разрушении — срыв с крепления двигателя, агрегатов трансмиссии, колес, деформация и разрушение кабины и броневого корпуса, повреждение деталей двигателя.

Автомобили и тракторы, обладающие сравнительно малой прочностью в сочетании с большими размерами, легко поражаются ударной волной на относительно больших расстояниях от места взрыва.

При избыточном давлении $0,2—0,3 \text{ кг/см}^2$ автомобили и тракторы могут получить слабые повреждения; стекла кабин автомобилей разрушаются при давлении примерно $0,1 \text{ кг/см}^2$. При давлении $0,3—0,4 \text{ кг/см}^2$ автомобили и тракторы могут получить средние повреждения, при давлении $0,5—0,6 \text{ кг/см}^2$ — сильные. Автомобили полностью разрушаются при давлении около 1 кг/см^2 , а тракторы — при давлении около $1,2 \text{ кг/см}^2$.

Для слабых повреждений автомобилей и тракторов характерны, кроме разрушения стекол, деформация и срыв капота, крыльев,



Рис. 96. Грузовой автомобиль, получивший слабые повреждения

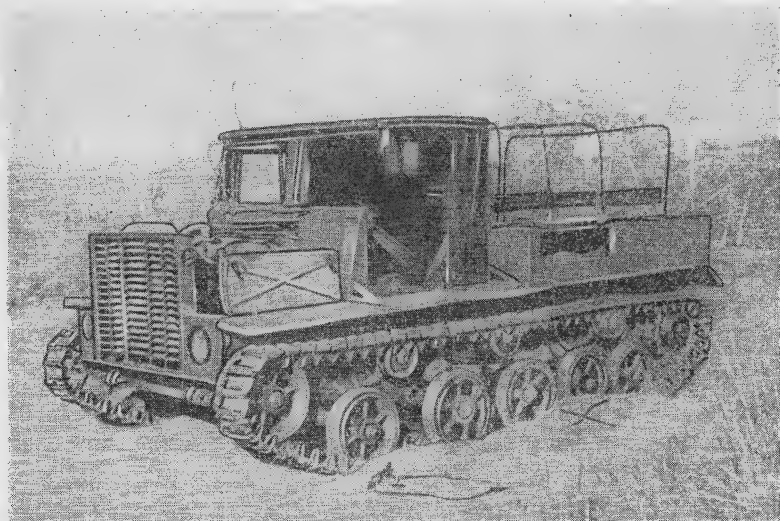


Рис. 97. Трактор, получивший слабые повреждения

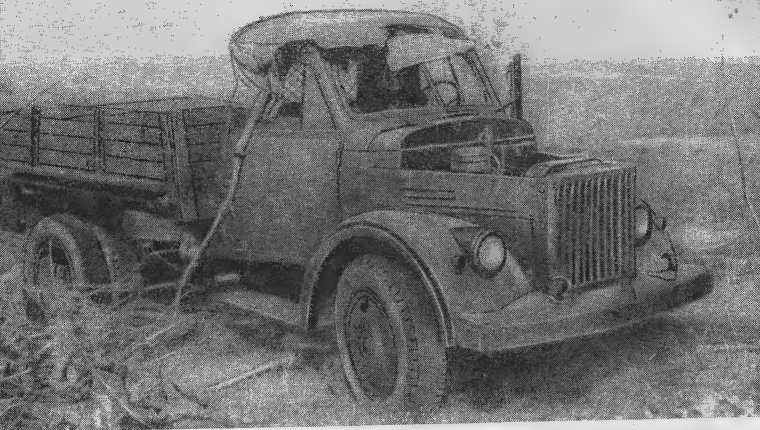


Рис. 98. Грузовой автомобиль, получивший средние повреждения



Рис. 99. Полностью разрушенный грузовой автомобиль

фар, деформация кабины, бензобаков, поломка отдельных досок кузова (рис. 96 и 97).

При среднем повреждении может наблюдаться срыв капота двигателя, повреждение радиатора и вентилятора, разрушение дверей кабины, срыв бензобаков, разрушение деревянных бортов кузова (рис. 98).

При сильном повреждении и полном разрушении характерными являются срыв двигателя, агрегатов трансмиссии и ходовой части, разрушение кабины и кузова, повреждение внутренних деталей двигателя (рис. 99).

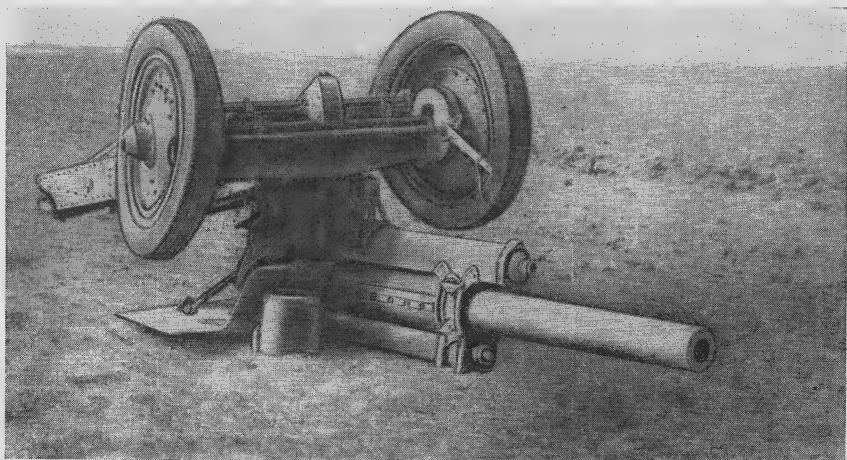


Рис. 100. Опрокинутая и сильно поврежденная гаубица

Артиллерийские орудия и минометы, обладая высокой прочностью и относительно малыми размерами, выдерживают сравнительно большое давление. Только при давлении свыше $0,5\text{--}0,6 \text{ кг/см}^2$ у них возможны слабые повреждения: погнутость щитов и правил, повреждения прицельных приспособлений, механизмов наведения и электропроводки.

При среднем повреждении возможны незначительные деформации станины, повреждения станка, заклинивание механизмов наведения, выход из строя прицельных приспособлений; при сильном повреждении и полном разрушении — срыв и деформация ствола и щитов, разрушение механизмов наведения, деформации станины, поломка и срыв колес (рис. 100 и 101).

Средства связи и радиолокационные установки выходят из строя прежде всего из-за повреждения и разрушения антенно-фидерных систем и аппаратных кабин. Легко поддаются разрушению воздушные проводные линии связи из-за обрыва проводов и поломки опор.

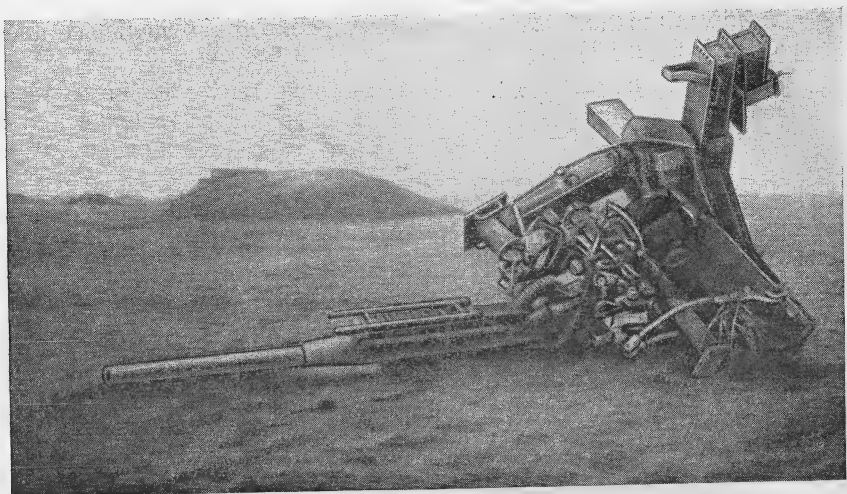


Рис. 101. Прокинутая и сильно поврежденная зенитная пушка

Боеприпасы, хранящиеся штабелями на открытых площадках, могут разбрасываться ударной волной и стать непригодными для боевого использования из-за механических повреждений и выхода из строя взрывателей.

Как уже отмечалось, степень повреждения разных по прочности объектов, оказавшихся в районе ядерного взрыва, в сильной степени зависит от условий размещения объекта на местности, расстояния до центра (эпицентра) взрыва, а также от мощности и высоты взрыва и метеорологических условий в момент взрыва. Поэтому определить заранее, как будет поврежден тот или другой конкретный объект — танк, самолет, автомобиль и т. п., не представляется возможным. Данные испытаний ядерного оружия позволяют примерно установить радиусы зон повреждения наиболее типичных объектов для каких-то средних условий при определенной мощности взрыва.

Возможные радиусы зон повреждения некоторых образцов вооружения и боевой техники, расположенных открыто, при ядерных взрывах различной мощности приведены на рис. 102 и 103 и в табл. 19.

Следует иметь в виду, что автомобили и самолеты, находящиеся в зоне слабых повреждений, могут загореться в результате воздействия светового излучения. Если своевременно не ликвидировать возникшие очаги пожаров, эти автомобили и самолеты могут оказаться полностью уничтоженными.

Радиус зоны выхода из строя вооружения и техники, находящихся в открытых сооружениях, примерно в 1,5 раза меньше по сравнению с открытым расположением.

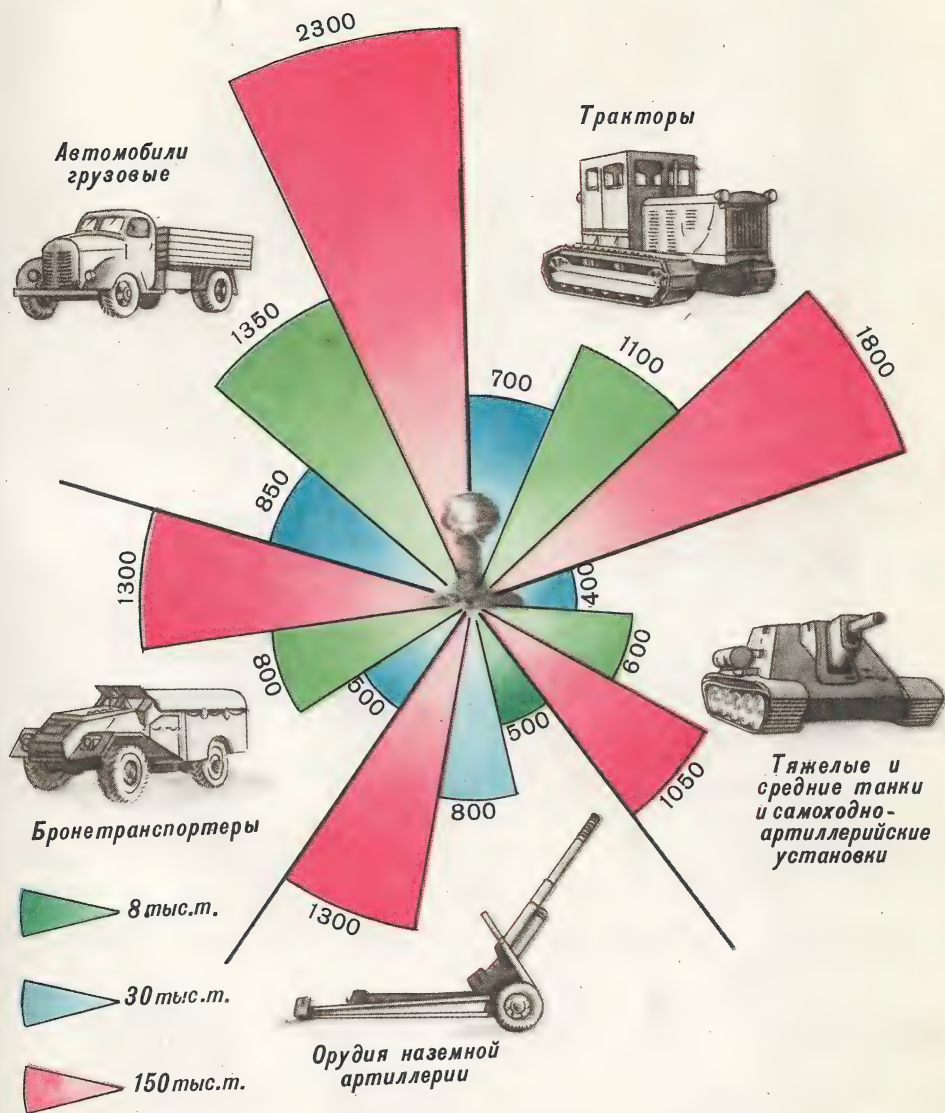


Рис. 102. Радиусы зон выхода из строя некоторых видов техники (в метрах) при наземных ядерных взрывах различной мощности

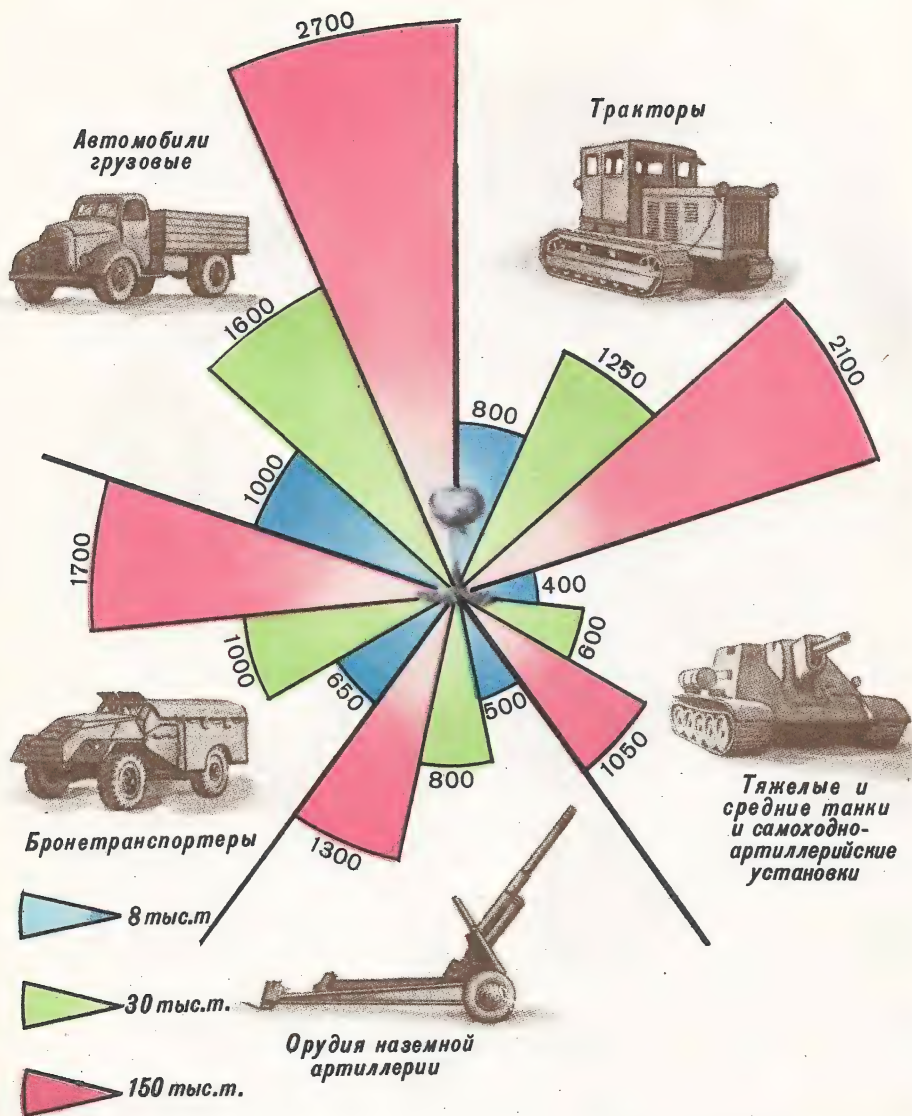


Рис. 103. Радиусы зон выхода из строя некоторых видов техники (в метрах) при воздушных ядерных взрывах различной мощности

Радиусы зон выхода из строя вооружения и техники, расположенных
вне укрытий при ядерных взрывах (в м)

Вид вооружения и техники	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т														
		1	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Тяжелые и средние танки и самоходно- артиллерийские уста- новки Легкие танки и са- моходно-артиллерий- ские установки Орудия наземной артиллерии Орудия зенитной артиллерии Автомобили грузо- вые Тракторы Бронетранспортеры Реактивные истре- бители Реактивные бом- бардировщики Поршневые само- леты	Наземный и воздушный	200	290	350	400	430	500	550	600	650	750	850	950	1050	1150	1350
	Наземный и воздушный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
	Наземный и воздушный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
	Наземный	300	425	500	600	650	750	800	900	1050	1150	1300	1400	1600	1750	2000
	Воздушный	350	500	600	700	750	850	950	1100	1200	1300	1500	1650	1850	2000	2350
	Наземный	425	600	750	850	900	1050	1150	1350	1450	1550	1800	2000	2300	2500	2800
	Воздушный	525	750	850	1000	1100	1250	1400	1600	1750	1900	2100	2400	2700	3000	3400
	Наземный	340	500	600	700	750	850	950	1100	1200	1300	1500	1600	1800	2000	2400
	Воздушный	380	550	650	800	850	950	1000	1250	1300	1400	1600	1750	2100	2200	2500
	Наземный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
	Воздушный	320	450	550	650	700	800	850	1000	1100	1200	1350	1500	1700	1900	2200
	Наземный	500	725	850	1000	1100	1250	1400	1600	1750	1900	2200	2400	2600	3000	3400
	Воздушный	600	850	1050	1200	1300	1500	1600	1850	2000	2200	2500	2800	3150	3450	4000
	Наземный	900	1300	1550	1800	1950	2300	2500	2800	3100	3300	3800	4200	4800	5300	6000
	Воздушный	1000	1500	1750	2000	2200	2500	2800	3100	3400	3700	4250	4750	5200	6000	6800
Наземный	1400	2000	2400	2750	3000	3400	3800	4300	4700	5100	5800	6400	7800	8000	9200	
Воздушный	1550	2200	2600	3000	3300	3800	4100	4700	5300	5500	6500	7000	8300	9000	10200	

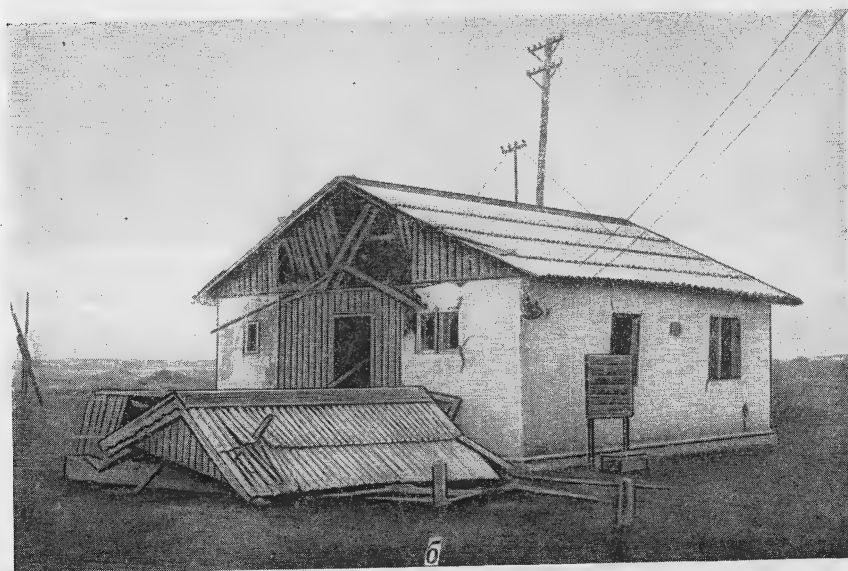
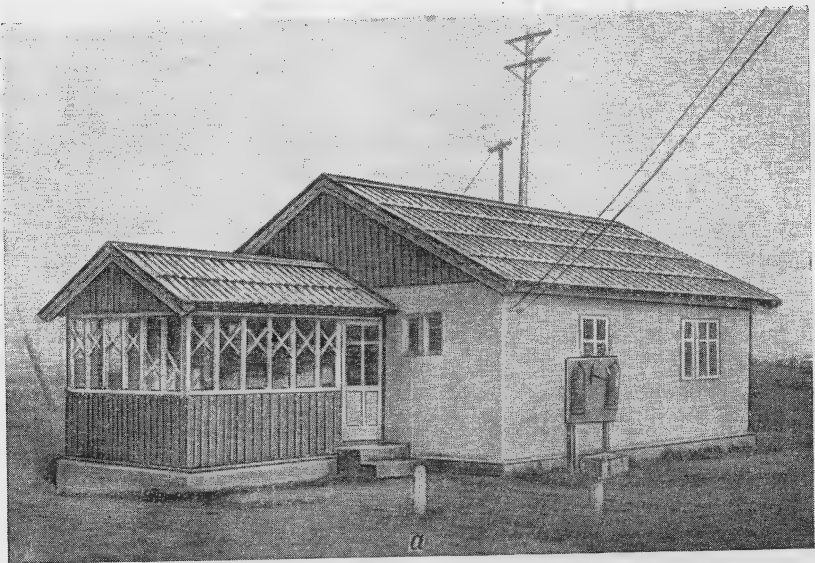


Рис. 105. Сборный деревянный дом, находившийся в зоне слабых разрушений:
 а — до взрыва; б — после взрыва

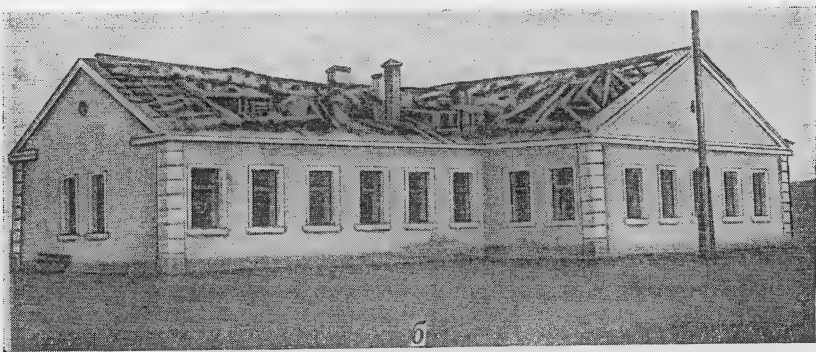


Рис. 106. Кирпичный одноэтажный дом, находившийся в зоне средних разрушений:

а — до взрыва; *б* — после взрыва

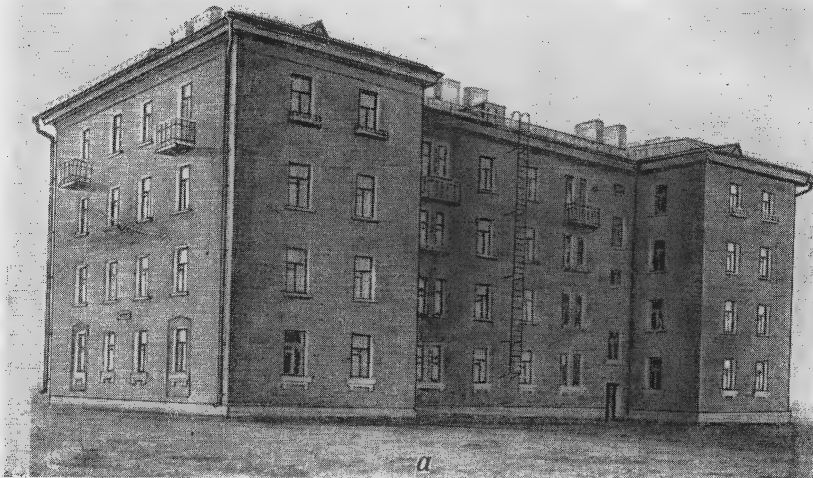


Рис. 107. Четырехэтажный кирпичный жилой дом, находившийся в зоне сильных разрушений:
а — до взрыва; *б* — после взрыва

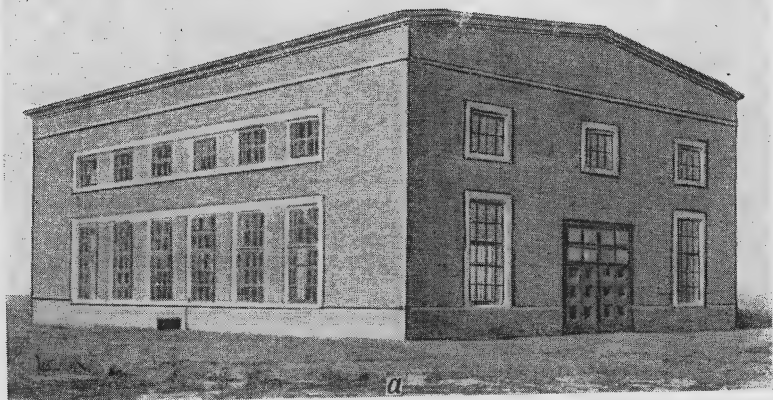


Рис. 108. Промышленное здание с металлическим каркасом, находившееся в зоне полного разрушения:
 а — до взрыва; б — после взрыва

Промышленные здания различного назначения, обычно имеющие прочный каркас, как правило, оказываются более стойкими к воздействию ударной волны, чем здания, предназначенные для жилья. Исключением являются промышленные здания с легким металлическим каркасом и большой площадью фонарей и окон.

Пример полного разрушения промышленного здания показан на рис. 108.

В условиях городской застройки одни здания могут экранироваться другими, т. е. здания, стоящие ближе к центру взрыва, воспринимая на себя нагрузку от ударной волны, могут снижать ее действие на здания, находящиеся позади. Однако эффект экранирования оказывается заметным только при достаточно плотной застройке. Так, при плотности застройки * около 50% максимальное давление ударной волны на стены зданий, обращенные к месту взрыва, может быть на 20—40% меньше, чем на стены зданий, стоящих на открытой местности на таком же расстоянии от центра взрыва. При плотности застройки менее 30% экранирующее действие зданий практически не сказывается.

Следует, конечно, иметь в виду, что при плотной застройке, несмотря на экранирование одних зданий другими, количество разрушенных при ядерном взрыве зданий может быть значительно больше, чем при невысокой плотности застройки, когда экранирующее действие зданий не имеет практического значения.

Городские кирпичные здания получают слабые повреждения при избыточном давлении ударной волны около $0,2 \text{ кг/см}^2$ и сильные — при давлении $0,35—0,45 \text{ кг/см}^2$. Железобетонные сооружения такие же повреждения могут получить соответственно при давлении $0,5$ и $1,7 \text{ кг/см}^2$, а деревянные строения — при давлении $0,1$ и $0,5 \text{ кг/см}^2$.

Подземные сети коммунального хозяйства достаточно устойчивы к воздействию ядерного взрыва. Полное разрушение их возможно лишь там, где избыточное давление ударной волны на поверхности земли превышает $10—15 \text{ кг/см}^2$. Значительной устойчивостью обладают и городские мосты, особенно железобетонные.

При оценке разрушений зданий и сооружений необходимо считаться и с действием светового излучения на деревянные конструкции, приводящим к возникновению многочисленных пожаров. Распространяясь среди развалин зданий, эти пожары могут охватить и уцелевшие здания и значительно увеличить объем разрушений, особенно в населенных пунктах.

Радиусы зон выхода из строя зданий и сооружений при ядерных взрывах различной мощности приведены в табл. 20.

* Плотностью застройки называется выраженное в процентах отношение площади, занятой зданиями и строениями, к общей площади данного участка.

**Радиусы зон выхода из строя жилых зданий, подвальных убежищ
и мостов при ядерных взрывах (в м)**

Вид сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т														
		1	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Кирпичные жилые малоэтажные здания	Наземный	700	1000	1150	1350	1500	1700	1850	2100	2400	2500	2900	3200	3700	4000	4700
	Воздушный	750	1100	1300	1500	1600	1850	2050	2350	2600	2800	3100	3500	4000	4400	5000
Деревянные дома	Наземный	1100	1600	1900	2200	2400	2750	3000	3400	3800	4150	4750	5250	5900	6600	7500
	Воздушный	1400	2000	2400	2800	3000	3400	3700	4300	4700	5000	5700	6400	7300	8000	9200
Подвальные убежи- ща III класса	Наземный	170	240	280	330	350	400	450	500	560	600	700	750	870	950	1100
	Воздушный	120	180	210	250	260	300	330	380	420	450	520	570	650	700	800
Деревянные низко- водные мосты	Наземный	250	360	450	500	520	600	700	800	850	900	1050	1150	1300	1450	1700
	Воздушный	320	450	550	650	700	800	850	1000	1100	1200	1350	1500	1700	1900	2200
Наплавные мосты и паромы	Наземный	280	400	480	550	600	700	770	900	980	1050	1200	1300	1500	1650	1900
	Воздушный	450	650	780	900	980	1100	1200	1400	1550	1650	1900	2100	2400	2600	3000

§ 20. Разрушения некоторых видов оборонительных сооружений

Оборонительные сооружения выходят из строя в основном в результате воздействия ударной волны. В открытых сооружениях (траншеях, ходах сообщения, котлованах) прежде всего обрушиваются крутости, засыпая сооружения грунтом. Наиболее слабыми местами закрытых сооружений являются части, выступающие над поверхностью земли (оголовки, бронеколпаки), а также входы и дверные устройства.

Открытые части сооружений из дерева или из других легковоспламеняющихся материалов могут загореться от действия светового излучения взрыва.

Степень разрушения оборонительных сооружений зависит от величины создаваемых ударной волной нагрузок, от конструкции и прочности самих сооружений и характера грунта, в котором эти сооружения возведены.

Для общей оценки повреждений оборонительных сооружений ядерным взрывом обычно различают три степени разрушений: слабое, среднее и полное.

К слабым разрушениям относят незначительное обрушение крутостей траншей и ходов сообщения, поломку отдельных стоек в одежде крутостей, сдвиги и трещины во врубках и сопряжениях, в дверях и дверных коробках и т. п. При таких разрушениях сооружение считается пригодным для боевого использования, но требует в дальнейшем ремонта.

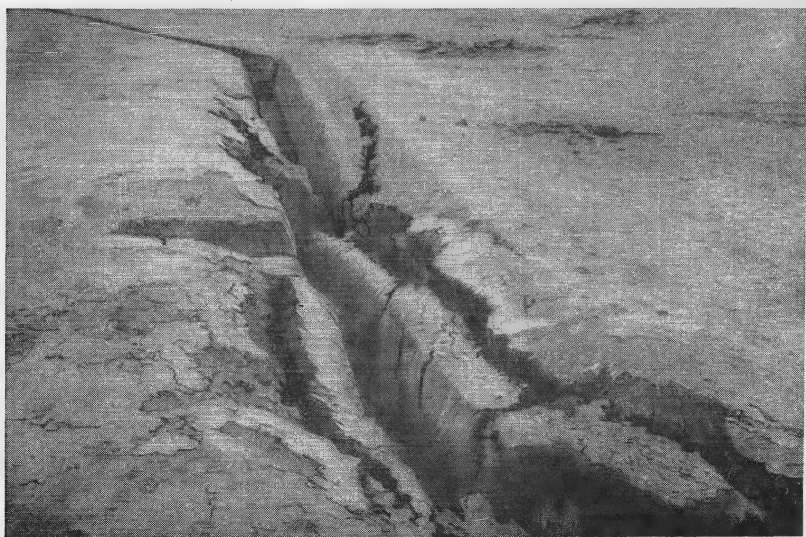


Рис. 109. Траншея без одежды крутостей, находившаяся в зоне средних разрушений

К средним разрушениям относят частичное обрушение крутостей траншей, приводящее к засыпке рва траншей грунтом до половины глубины, разрушение ходов сообщения, дверей и дверных коробок, деформации и смещения основных конструктивных элементов сооружения. В этом случае возможно лишь частичное боевое использование сооружений.

При полном разрушении сооружение полностью выходит из строя, крутости его обваливаются, покрытие рушится, котлован засыпается грунтом. Становится невозможным не только боевое использование сооружения, но и восстановление его.

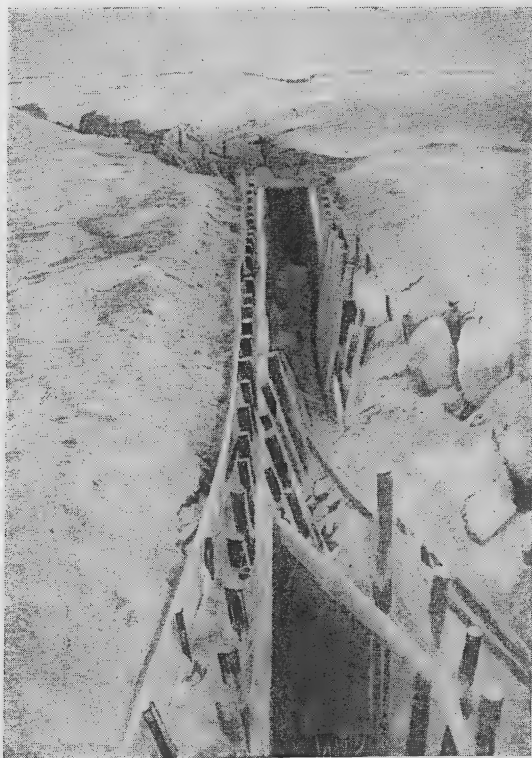


Рис. 110. Траншея с одеждой крутостей, находящаяся в зоне средних разрушений

На рис. 109—112 показаны характерные разрушения оборонительных сооружений при ядерных взрывах.

Радиусы зон выхода из строя оборонительных сооружений приведены на рис. 113 и 114 и в табл. 21.



Рис. 111. Вход в укрытие, находившееся в зоне слабых разрушений:
а — до взрыва; *б* — после взрыва

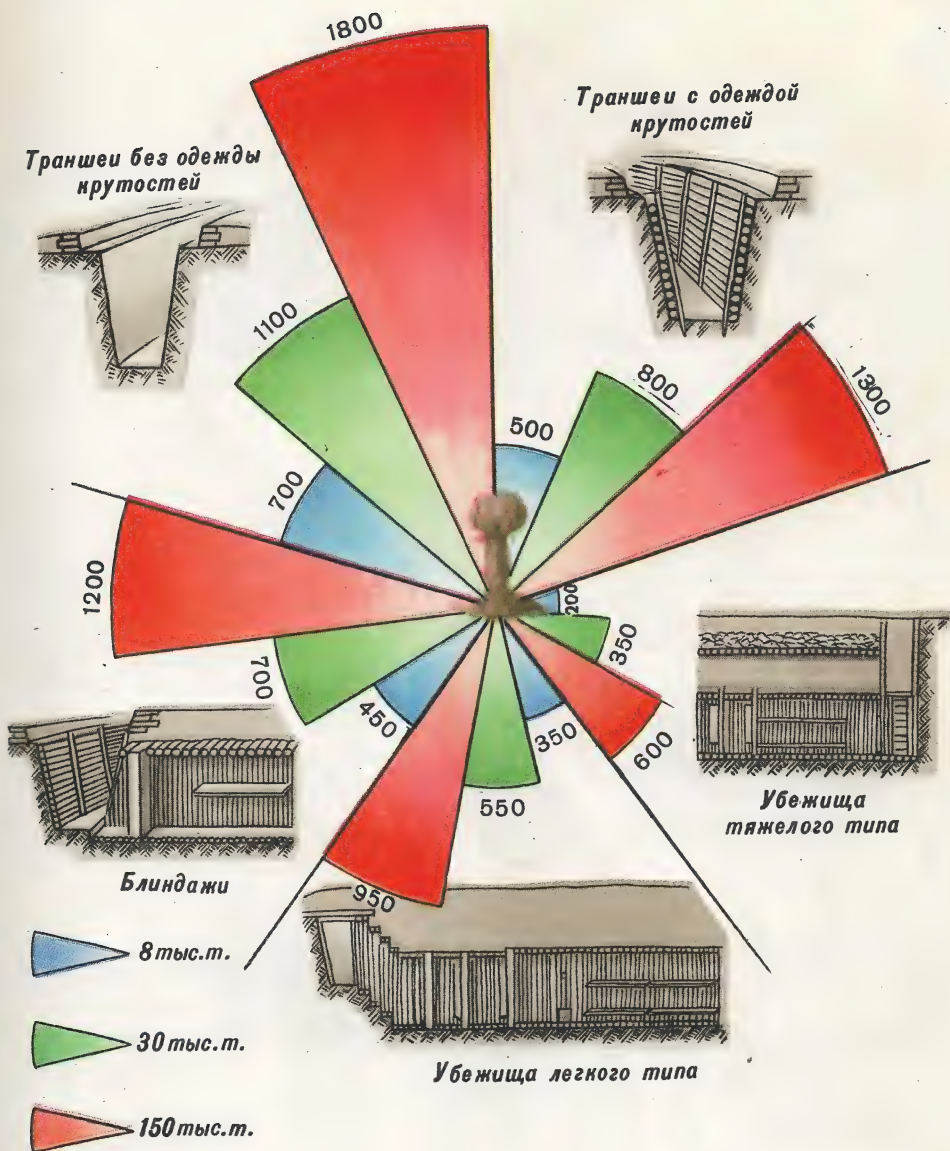


Рис. 113. Зоны выхода из строя оборонительных сооружений (в метрах) при наземных ядерных взрывах различной мощности

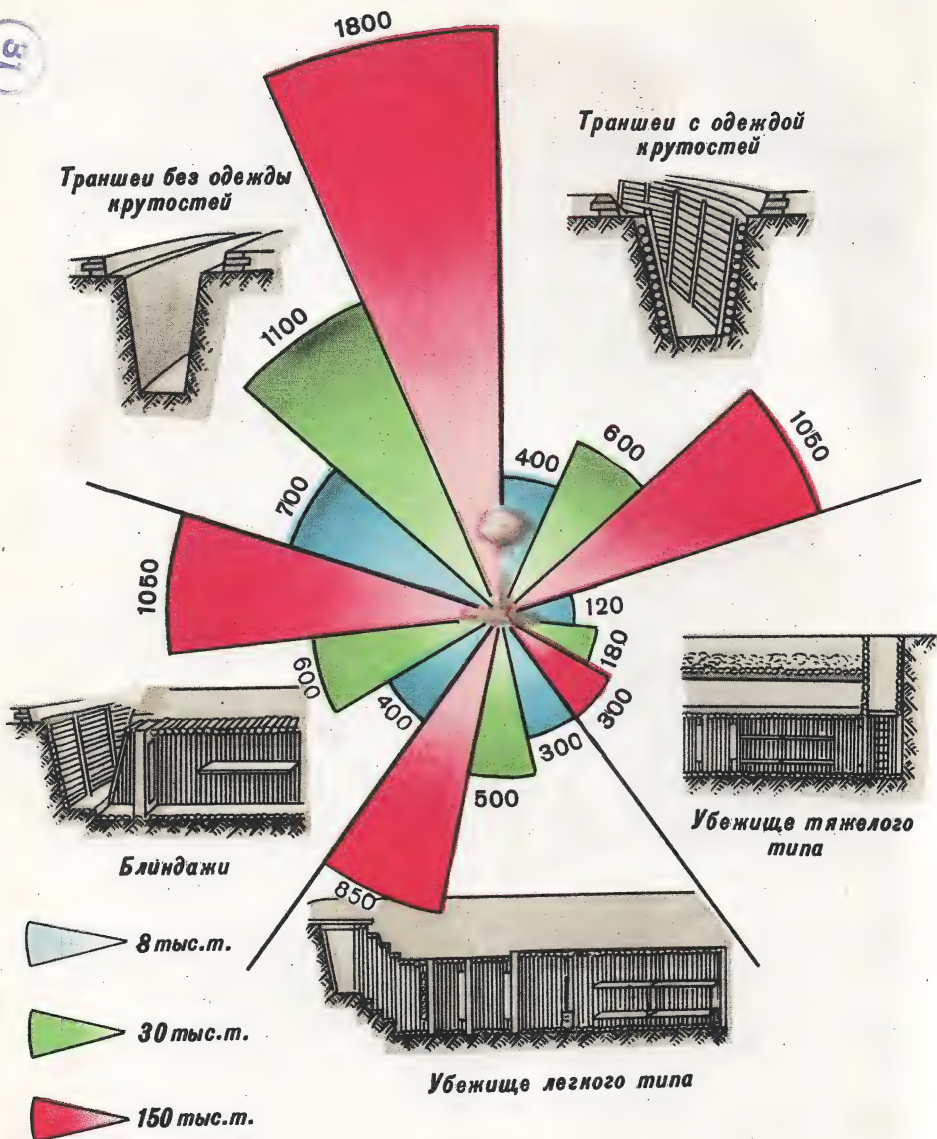


Рис. 114. Зона выхода из строя оборонительных сооружений (в метрах) при воздушных ядерных взрывах различной мощности

**Радиусы зон выхода из строя оборонительных сооружений
при ядерных взрывах (в м)**

Вид сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т														
		1	3	5	8	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300
Траншеи без одежды кругостей	Наземный и воздушный	350	500	600	700	750	850	950	1100	1200	1300	1500	1600	1800	2000	2350
	Наземный Воздушный	250 200	360 290	450 350	500 400	520 430	600 500	700 550	800 600	850 650	900 750	1050 850	1150 950	1300 1050	1450 1150	1700 1350
Блиндажи	Наземный Воздушный	225 200	320 290	380 350	450 400	480 430	550 500	600 550	700 600	770 650	850 750	950 850	1050 950	1200 1050	1300 1150	1500 1350
	Убежища легкого типа	180 160	250 230	300 280	350 300	380 350	440 400	480 440	550 500	600 550	650 600	750 700	800 750	950 850	1050 950	1200 1050
Убежища тяжелого типа	Наземный Воздушный	115 55	160 80	190 100	200 120	250 130	280 140	300 150	350 180	390 200	420 210	475 240	525 260	600 300	650 330	750 380

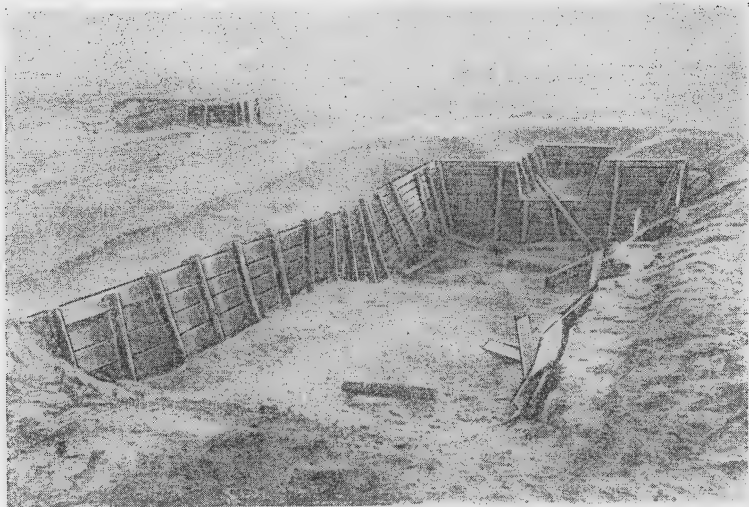


Рис. 112. Танковый окоп, находившийся в зоне слабых разрушений



Рис. 115. Автомобиль в укрытии, засыпанный обвалившимся при взрыве грунтом

При определении радиусов зон выхода из строя оборонительных сооружений и оценке их защитных свойств необходимо иметь в виду следующее.

Находящиеся в сооружениях танки, орудия, автомобили, радиостанции и другие объекты при ядерном взрыве часто остаются неповрежденными, но в результате обрушения крутостей сооружений оказываются заваленными грунтом и не могут быть использованы в бою. На рис. 115 показан автомобиль, засыпанный грунтом обрушившихся крутостей котлована.

Такие объекты нужно будет откапывать, чистить, заменять на них отдельные поврежденные части, на что может потребоваться много времени. Для откапывания и приведения в порядок орудия может уйти 1—2 ч.

Могут быть случаи, когда от воспламенившейся деревянной одежды крутостей сооружения пламя перебрасывается на находящийся в нем объект — автомобиль, тягач, самолет и т. п., в результате чего он может оказаться уничтоженным.

Поэтому, определяя радиусы зон выхода из строя того или иного вида боевой техники и вооружения, находящихся в укрытиях, необходимо сравнивать их с радиусами зон разрушения самих укрытий и оценивать возможность повреждения техники и вооружения в результате обрушения крутостей укрытий или вследствие пожара.

§ 21. Воздействие ядерного взрыва на поверхность грунта и растительный покров

Воздействие ядерного взрыва на грунт и растительный покров в большой степени зависит от высоты взрыва.

При наземном взрыве в грунте образуется громадная воронка (рис. 116), окруженная высоким валом выброшенного взрывом грунта (данные о размерах воронки приведены в § 11). Поверхностный слой земли на расстоянии сотен метров от центра взрыва оплавляется, превращаясь в стекловидный шлак. На расстоянии до 1 км и более (в зависимости от мощности взрыва) поверхность земли вспучивается (рис. 117), грунт разрыхляется и покрывается трещинами. Дороги становятся труднопроходимыми для колесного транспорта.

При воздушном взрыве воронка в грунте не образуется, однако зона разрыхления и вспучивания грунта и в этом случае распространяется на большую площадь.

Действие ударной волны на растительный покров, как уже отмечалось, подобно действию ветра ураганной силы. При воздушном взрыве в районе эпицентра взрыва воздушная ударная волна подходит к поверхности земли сверху вниз. В результате все листья и сучья с деревьев срываются, остаются лишь оголенные стволы. Начиная с расстояний в несколько десятков метров и до 1,5—2 км

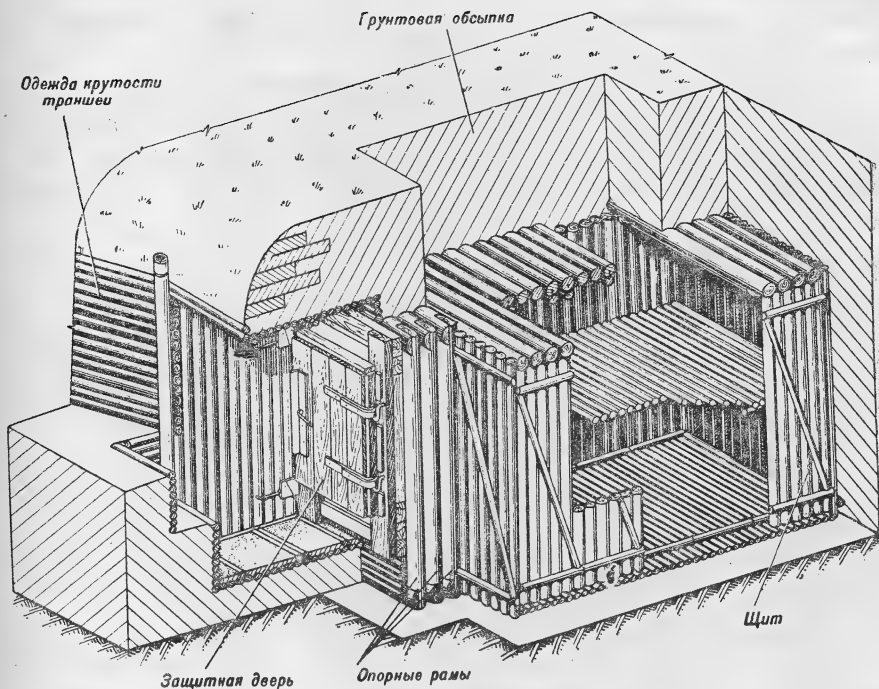


Рис. 126. Блиндаж щитовой конструкции

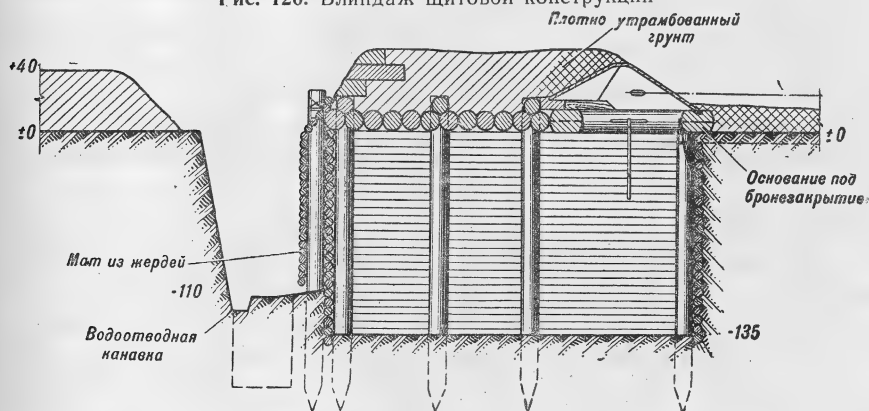


Рис. 127. Закрытое сооружение для наблюдения с траншейным броневым закрытием

амбразуры, смотровые щели и входы. Если оголовок недостаточно прочно скреплен с основанием, он может быть сорван и отброшен. В дерево-земляных сооружениях в этом случае происходит сдвиг венцов сруба или бревен покрытия; в сооружениях с железобетон-

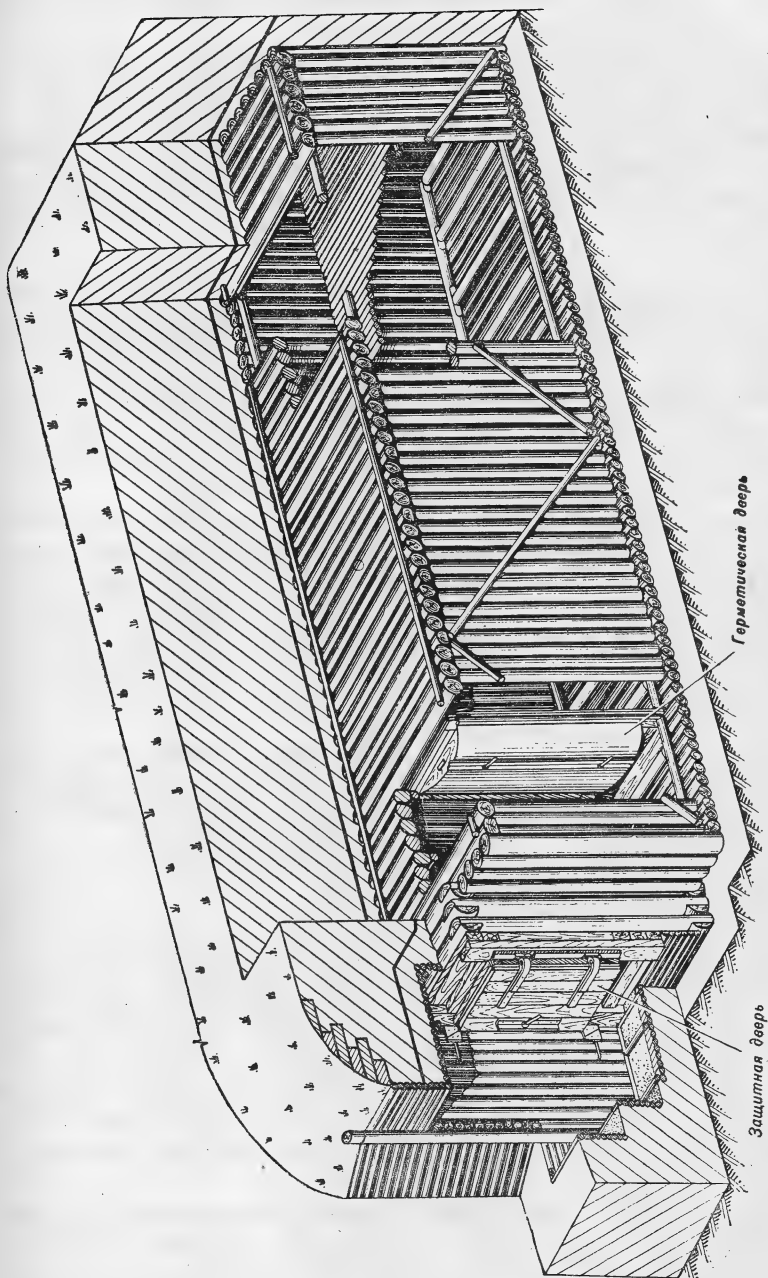


Рис. 128. Убежище легкого типа безврубочной конструкции

1,3—1,5 м. Такая толща снижает дозу проникающей радиации в 2000—3000 раз.

Затекание ударной волны внутрь помещений через воздухозаборные отверстия и дымоходы предотвращается специальными защитными устройствами: герметическими клапанами или заглушками на дымоходах и противовзрывными клапанами или волногасителями различного типа на воздухозаборных отверстиях. Радиусы зон возможного поражения людей в оборудованных таким образом убежищах легкого типа в 3—5 раз меньше, чем на открытой местности.

Устойчивость и защитные свойства убежищ в большей степени, чем блиндажей, зависят от прочности входов и защиты отверстий. Оборудованию этих элементов уделяется особенно серьезное внимание.

Сооружения для защиты техники и вооружения. Сооружения для защиты техники и вооружения (танков, самоходно-артиллерийских установок, орудий, транспортных средств и т. п.) делаются в виде открытых котлованов.

Для защиты противотанковых орудий от воздействия ядерного взрыва в орудийных окопах устраивают укрытия котлованного типа с аппарелью. Глубина укрытия делается не меньше высоты орудия, чтобы исключалась возможность отбрасывания орудия скоростным напором. При устройстве подобных укрытий учитывают, может ли расчет своими силами выкатить орудие. Поэтому котлованные укрытия отрываются обычно только для орудий сравнительно малых калибров.

Окопы для орудий и минометов, устанавливаемых на закрытых позициях, делают углубленными, чтобы они могли одновременно служить и укрытиями. Для расчетов при окопах устраиваются щели или блиндажи, а для боеприпасов — ниши.

Необходимо иметь в виду, что при ядерном взрыве расчеты, находящиеся на орудийных площадках или даже в открытых щелях, могут выйти из строя на значительно больших расстояниях, чем орудия. Поэтому рекомендуется сразу же после установки орудия на площадке приступить к возведению надежного и прочного укрытия для расчета. После этого при наличии времени можно продолжать работы по дооборудованию орудийной площадки, устройству укрытий для боеприпасов и орудия.

Окопы для танков и самоходно-артиллерийских установок устраиваются простейшей конструкции в виде котлованов с аппарелью для въезда и выезда. Глубина окопа определяется условиями ведения стрельбы.

Укрытия для бронетранспортеров и автотракторной техники (рис. 129) хорошо защищают технику от поражения скоростным напором ударной волны. Они выполняются в виде котлована, глубина которого должна быть такой, чтобы полностью укрыть технику заподлицо с землей.

Очень часто при отрывке котлованов крутости оставляют вертикальными. Это, конечно, уменьшает объем работы и, казалось бы, повышает защитные свойства укрытия. Однако вертикальные крутости укрытий, сделанных в средних и особенно в слабых грунтах, могут обрушиться от воздействия ударной волны на таких расстояниях, на которых техника, находящаяся в укрытиях, не будет даже повреждена. В результате этого неповрежденная техника будет завалена в котлованах и потребуются затратить много сил и времени для ее отрывки.

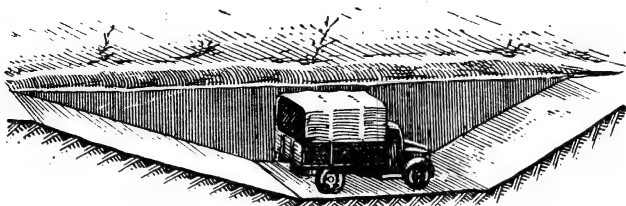


Рис. 129. Укрытие для автомобиля

Заложение крутостей, а следовательно, и ширину котлована по верху необходимо делать такими, чтобы ходовая часть машин при частичном обрушении крутостей не оказалась заваленной грунтом. Такие укрытия весьма трудоемки, поэтому устраиваются они, как правило, при наличии соответствующих землеройных машин. При укрытиях оборудуют щели или блиндажи для экипажей (водителей).

Автомобили с радиостанциями, телефонно-телеграфной аппаратурой обычно также размещают в укрытиях котлованного типа. Если эти средства связи можно снять с автомобиля, то их укрывают в закрытых сооружениях.

Переносные средства связи (телефонные аппараты, радиостанции) укрывают обычно в блиндажах, убежищах, щелях или нишах.

Кабельные линии связи прокладывают по дну траншей и ходов сообщения в ровиках глубиной 5—10 см. Для прокладки кабельных линий связи на открытой местности отрывают специальным плугом ровики глубиной 20—25 см.

Для радиолокационной и зенитной-прожекторной техники отрывают укрытия котлованного типа.

§ 28. Радиационная разведка и дозиметрическая аппаратура

Задачи и организация разведки. Как указывалось ранее, пребывание на местности, зараженной радиоактивными веществами, без принятия необходимых мер защиты может привести к тяжелым радиационным поражениям. Опасность поражения радиоактивны-

На верхней панели измерительного пульта (рис. 140) размещены микроамперметр с переключающимися шкалами, отградуированными в распадах на 1 см^2 в 1 мин и в миллирентгенах в 1 ч , переключатель и ручки для настройки прибора.

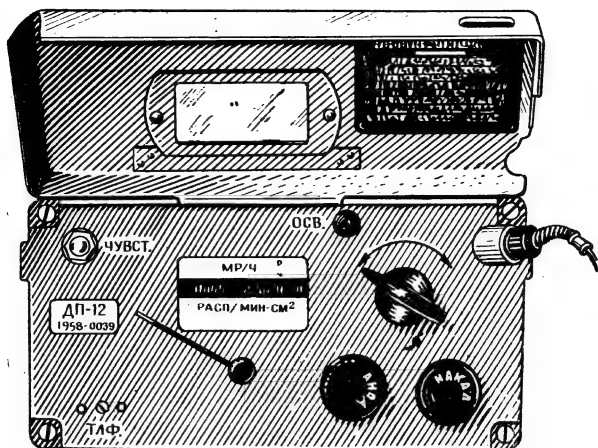


Рис. 140. Верхняя панель измерительного пульта радиометра ДП-12

В зонде расположен газовый счетчик. При воздействии на счетчик бета-частиц и гамма-лучей в цепи счетчика возникают электрические импульсы, которые в приборе усиливаются и преобразуются в постоянный ток. Величина этого тока, соответствующая количеству бета-частиц и гамма-лучей, измеряется микроамперметром.

Подготовка прибора к работе заключается в установке режима питания и проверке работоспособности по препарату.

Во время измерений пульт радиометра находится на уровне груди, а зонд — в руке (рис. 141). Головку зонда подносят к зараженной поверхности на расстояние $1-2 \text{ см}$. Степень заражения определяется по шкале прибора. Если при включении прибор не дает показаний на первом поддиапазоне, надо переключить его на второй, более чувствительный поддиапазон и головку зонда поставить из положения «Б₂» в положение



Рис. 141. Положение радиометра ДП-12 при измерении

Допустимое время пребывания на местности, зараженной радиоактивными веществами при наземном ядерном взрыве (в часах и минутах)

$\frac{D}{P}$	Время в часах, прошедшее с момента взрыва до вступления в зараженный район													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24
0,2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
0,3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0,4	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
0,5	0.40	0.35	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
0,6	1.00	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0,7	1.10	0.50	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
0,8	1.30	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0,9	1.40	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
1,0	2.00	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1,2	3.10	2.00	2.00	1.30	1.30	1.30	1.25	1.25	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
2,0	12.00	4.00	3.10	2.45	2.35	2.30	2.20	2.20	2.10	2.10	2.10	2.10	2.00	2.00
2,5	31.00	6.30	4.30	3.50	3.30	3.15	3.00	3.00	2.50	2.50	2.50	2.50	2.40	2.40
3,0	Без огр.	10.00	6.00	5.00	4.30	4.00	3.50	3.50	3.30	3.30	3.30	3.30	3.15	3.15
4,0	"	24.00	11.00	8.00	7.00	6.00	5.45	5.45	5.00	5.00	5.00	5.00	4.30	4.30
6,0	Без огранич.	35.00	20.00		15.00	12.00	10.30	10.30	8.00	8.00	8.00	8.00	7.00	7.00
10,0	Без ограничений				60.00	40.00	30.00	25.00	23.00	21.00	18.00	16.00	14.00	13.00

Примечание. D — установленная доза радиации в P ;
 P — уровень радиации на местности в $P/4$ к моменту вступления в зараженный район.

Размеры объекта также оказывают непосредственное влияние на выбираемую мощность взрыва. Для поражения объекта, имеющего большие размеры, при прочих равных условиях требуется более мощный ядерный взрыв.

Величина отклонения действительного эпицентра или центра взрыва от намеченного зависит от тактико-технических данных средств применения, метеорологических условий и точности подготовки исходных данных для стрельбы или бомбометания. Увеличение отклонения влечет за собой увеличение необходимой мощности взрыва.

Степень поражения объекта устанавливается в процентах: например, вывести из строя 50 % живой силы, разрушить не менее 30 % оборонительных сооружений объекта и т. п.

Опыт Великой Отечественной войны показал, что подразделение становится небоеспособным, если из строя выведено около 50 % личного состава. Учитывая, что при ядерном взрыве противник подвергается сильному моральному воздействию, а значительная часть личного состава, оставшегося в строю, получает легкие травмы, контузии и ожоги, можно задаваться степенью поражения, близкой к 40 %.

Вероятность достижения заданной степени поражения обычно принимается равной примерно 80—90 %.

При определении мощности ядерного взрыва для поражения подразделений и частей противника расчет обычно ведется на поражение живой силы как основного и наиболее уязвимого их элемента. Даже при поражении танковых и артиллерийских подразделений расчет следует вести на вывод из строя живой силы (танковых экипажей и оружейных расчетов), так как радиусы поражения ее значительно больше, чем орудий и танков. В то же время вывод из строя экипажей и расчетов лишает противника возможности немедленно использовать эти орудия и танки в ходе боя.

Радиусы зон поражения живой силы, расположенной открыто и в укрытиях, как видно из табл. 18, различны. Поэтому при выборе мощности ядерного взрыва следует учитывать характер действий противника (наступление, оборона, марш и т. п.) и на основе имеющихся разведывательных данных выявлять используемые противником наиболее распространенные укрытия для личного состава, разрушением которых достигается наибольшее поражение живой силы.

На марше живая сила будет действовать на местности открыто. В этих условиях для поражения пехотного (мотопехотного) батальона ориентировочно требуется ядерный взрыв мощностью 5—15 тыс. т, артиллерийского (минометного) дивизиона — 10—20 тыс. т, танкового батальона — около 100—200 тыс. т.

На рубежах развертывания личный состав мотопехотных подразделений, как правило, действует открыто, а экипажи танковых подразделений — в танках. Для поражения пехотного (мотопехотного) батальона потребуется ядерный взрыв мощностью 2—3 тыс. т,

боевой группы пехотной дивизии — 10—30 тыс. т, танкового батальона — 20—50 тыс. т.

В исходном положении для наступления, в обороне и районах сосредоточения, как правило, будет смешанное расположение личного состава противника: открыто, в траншеях (окопах), блиндажах, убежищах. Однако большинство личного состава в этих условиях будет находиться в траншеях и окопах. Исходя из этого, для поражения пехотной роты ориентировочно может потребоваться ядерный взрыв мощностью от 2 до 20 тыс. т, пехотного (мотопехотного) батальона — от 2 до 50 тыс. т, танкового батальона — от 5 до 100 тыс. т, боевой группы пехотной дивизии — от 5 до 300 тыс. т, артиллерийского (минометного) дивизиона — 2—5 тыс. т.

В результате применения ядерного оружия выходит из строя не только живая сила, но и боевая техника (орудия, танки и т. п.), которую, так же как и живую силу, следует учитывать при оценке боеспособности подразделения (части) противника, подвергшегося ядерному удару.

Определение мощности осуществленного ядерного взрыва. Мощность осуществленного ядерного взрыва ориентировочно можно определить по масштабам и времени развития его внешней картины, а также по величине радиусов зон поражения различных объектов.

К внешним признакам ядерного взрыва, зависящим от его мощности, относятся размеры и продолжительность существования светящейся области, высота, размеры и скорость подъема облака взрыва и др.

Ориентировочные характеристики светящейся области и облака взрыва приведены в табл. 30. Более подробные характеристики можно найти в специальной литературе.

Таблица 30

Таблица для ориентировочного определения мощности ядерного взрыва по внешним признакам

Признаки	Калибр ядерных боеприпасов		
	малый	средний	крупный
Длительность свечения, сек	Менее 2,5	2,5—4,5	Более 4,5
Высота подъема верхней кромки облака <i>H</i> , км:			
через 5 мин после взрыва	Менее 8,5	8,5—13	Более 13
через 10 мин после взрыва	Менее 10	10—15	Более 15
Горизонтальный размер облака, км:			
через 5 мин после взрыва	Менее 3	3—8	Более 8
через 10 мин после взрыва	Менее 4,5	4,5—11	Более 11

Грубо оценить мощность взрыва можно по длительности свечения, пользуясь зависимостью

$$q = 1000 t^3 \text{ т},$$

где t — длительность свечения, *сек*.

Пример. По докладу наблюдателей стало известно, что длительность свечения осуществленного противником взрыва была 3 *сек*. Определить мощность взрыва.

Решение.

$$q = 1000 t^3 = 1000 \cdot 3^3 = 27 \text{ тыс. т.}$$

Мощность взрыва можно определять также по скорости подъема облака. Для этого необходимо измерить высоту подъема облака за определенный отрезок времени с момента взрыва. По измеренной высоте и соответствующему ей времени подъема облака мощность взрыва определяют, пользуясь номограммой (рис. 171).

Этот способ дает достаточно удовлетворительные результаты, если с момента взрыва до момента определения высоты облака прошло не более 100 *сек*.

Чтобы более точно определить мощность взрыва, высоту подъема облака измеряют на два — три момента времени и берут среднее значение мощности взрыва из всех полученных.

Данные о размерах облака взрыва и высоте его подъема могут быть получены с помощью войсковых оптических приборов наблюдения и радиолокационных станций. Длительность свечения определяется наблюдением светящейся области через светофильтры.

Пример. Определить мощность взрыва по скорости подъема облака, если по данным измерений разведывательным теодолитом известно, что за 80 *сек* после взрыва облако поднялось на 3,1 *км*.

Решение. На шкале высоты облака H номограммы (рис. 171) находим точку, соответствующую 3,1 *км*, а на шкале времени t — точку, соответствующую 80 *сек*. Соединим эти точки прямой и на пересечении прямой со шкалой мощности взрыва q находим ответ:

$$q = 6 \text{ тыс. т.}$$

Поражающее действие ядерного взрыва, как известно, зависит от его мощности, поэтому, установив на местности радиус зоны разрушения или повреждения определенных объектов, также можно приближенно оценить мощность взрыва. Так, радиус среднего разрушения траншей без одежды крутостей в грунтах средней категории при взрывах малой мощности составляет менее 1 *км*, средней мощности — 1—1,6 *км* и при мощных взрывах — более 1,6 *км*. Примерно на таких же расстояниях от места взрыва получают средние повреждения и грузовые автомобили.

Значения радиусов зон повреждения различных объектов приведены в главе четвертой.

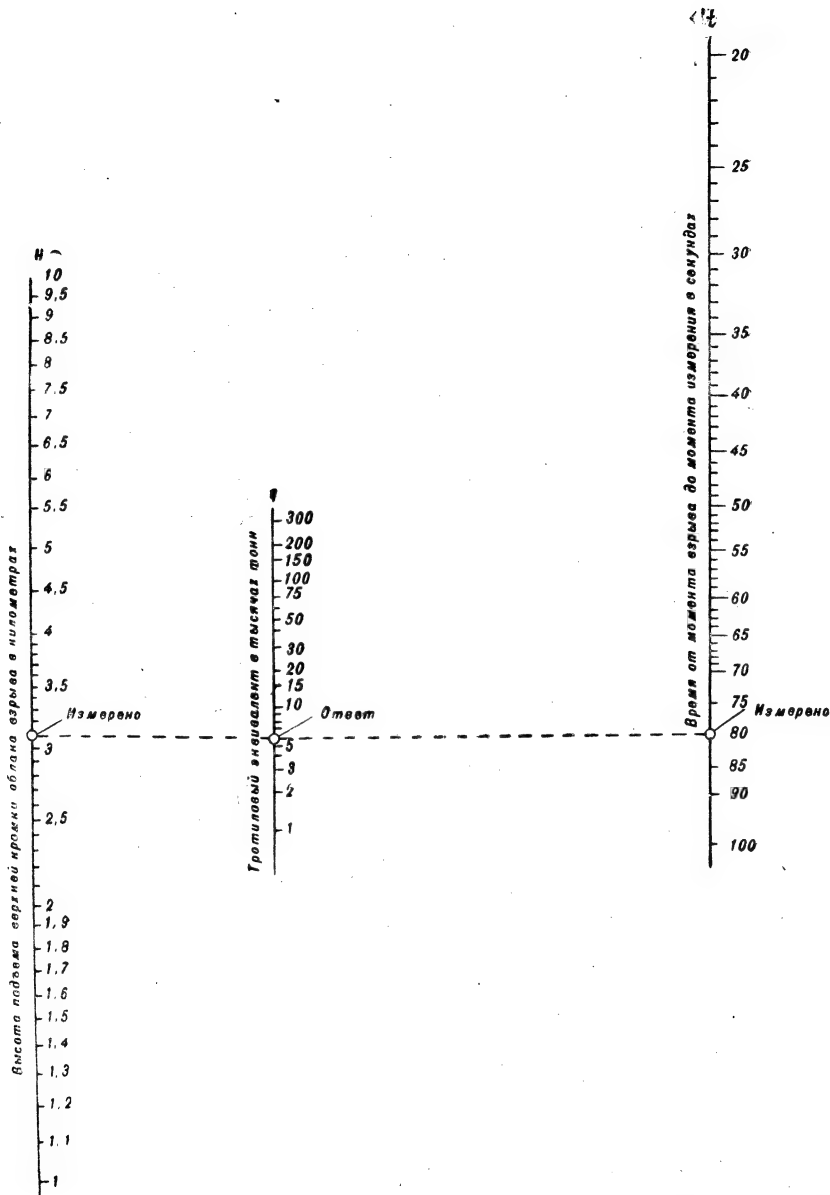


Рис. 171. Номограмма для определения мощности ядерного взрыва по скорости подъема облака взрыва

Обеспечение безопасности своих войск. Обеспечение безопасности своих войск при нанесении ядерных ударов по противнику достигается соблюдением безопасного удаления от места взрыва, своевременным оповещением личного состава, укрытием его в оборонительных сооружениях, своевременным обозначением переднего края и учетом метеорологических условий.

Безопасное удаление от места взрыва не является постоянной величиной. Оно зависит от мощности и вида взрыва, величины отклонения взрыва от намеченного эпицентра (центра), характера действий войск и инженерного оборудования позиций и районов расположения частей и подразделений и от метеорологических условий.

Безопасное удаление представляет собой сумму, состоящую из расстояния, на котором давление ударной волны не вызывает поражения живой силы, и величины возможного отклонения действительного эпицентра (центра) взрыва от намеченного:

$$D_{\text{безоп}} = R_{\text{безоп}} + A,$$

где $D_{\text{безоп}}$ — безопасное удаление своих войск;

$R_{\text{безоп}}$ — минимальное расстояние, на котором давление ударной волны не вызывает поражения живой силы;

A — максимальное возможное отклонение действительного центра (эпицентра) взрыва от намеченного.

Безопасным давлением ударной волны можно считать давление, равное $0,1 \text{ кг/см}^2$ при расположении войск вне укрытий и $0,12 \text{ кг/см}^2$ при расположении их в траншеях. Расстояния, на которых наблюдаются такие давления при воздушных взрывах различной мощности, можно определить по табл. 31.

Таблица 31

Значения $R_{\text{безоп}}$ (в км), на которых давление ударной волны при воздушных взрывах не вызывает поражения личного состава

Условия расположения личного состава	Мощность ядерных взрывов, тыс. т										
	2	5	10	15	20	30	40	50	100	200	300
Открыто на местности	1,5	2,1	2,6	3,0	3,3	3,8	4,2	4,5	5,7	7,2	8,3
В траншеях	1,4	1,9	2,4	2,7	3,0	3,4	3,8	4,0	5,2	6,5	7,5
В танках	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,8	4,8	5,5
В блиндажах	0,75	1,05	1,3	1,5	1,65	1,9	2,1	2,25	2,85	3,6	4,15
В убежищах легкого типа	0,5	0,7	0,85	1,0	1,1	1,25	1,4	1,5	1,9	2,4	2,8

При наземных взрывах расстояния, на которых давление ударной волны не вызывает поражения личного состава, будут несколько меньше, чем при воздушных.

Величина отклонения действительного эпицентра (центра) взрыва от намеченного определяется по соответствующим таблицам, как это делается при бомбометании и артиллерийской стрельбе обычными боеприпасами. Следует заметить, что для определения безопасного удаления всегда берется максимальное отклонение.

Пример 1. По узлу сопротивления противника планируется нанести удар ракетой с ядерным зарядом мощностью 15 тыс. т. Максимальное отклонение ракеты не превышает 500 м.

Определить безопасное удаление личного состава при расположении его открыто на местности, в траншеях, блиндажах и танках.

Решение. Значения $R_{\text{безоп}}$ находим по табл. 31. При взрыве мощностью 15 тыс. т они составят для личного состава, расположенного открыто на местности, 3 км, в траншеях — 2,7 км, в танках — 2 км, в блиндажах — 1,5 км. Сложив полученные значения с величиной максимального отклонения (A), получим следующие величины безопасного удаления (в километрах) личного состава от намеченного эпицентра взрыва с учетом условий расположения: открыто на местности — 3,5; в траншеях — 3,2; в танках — 2,5; в блиндажах — 2,0.

Пример 2. По боевой группе противника в момент нахождения ее на рубеже развертывания для контратаки планируется нанести ядерный удар ракетой. Установить, какой мощности низкий воздушный взрыв можно осуществить по данному объекту, если наши передовые части в момент взрыва будут находиться вне укрытий на удалении 5 км ($D_{\text{безоп}}$) от эпицентра, а максимальное отклонение ракеты (A) не превышает 1,2 км.

Решение.

$$D_{\text{безоп}} = R_{\text{безоп}} + A,$$

откуда

$$R_{\text{безоп}} = D_{\text{безоп}} - A = 5 - 1,2 = 3,8 \text{ км.}$$

По табл. 31 находим, что минимальное расстояние, равное 3,8 км, на котором давление ударной волны не вызывает поражения открыто расположенной живой силы, будет при взрыве мощностью 30 тыс. т. Следовательно, по условиям безопасности допустим взрыв не более этой мощности.

На расстояниях, примерно в 2 раза превышающих безопасное удаление, личный состав частей и подразделений, расположенный открыто или в открытых оборонительных сооружениях, принимает меры по защите только глаз и открытых участков тела от воздействия светового излучения. Меры по защите глаз в ночных условиях принимаются до расстояний, в 4—5 раз превышающих безопасные удаления.

Максимальное отклонение ракеты по дальности 250 м, по направлению — 200 м.

Требуется определить возможные результаты ядерного взрыва.

Решение. Поражающее действие взрыва определим, придерживаясь последовательности, приведенной на стр. 280.

1. Характер объекта. Размеры ротного района обороны, как это видно из рис. 179, составляют 1750 м по фронту и 1600 м в глубину (2,8 км²). Местность в районе обороны среднепересеченная, покрытая лиственным лесом. Превышение высот составляет 78 м.

Для инженерного оборудования местности противник располагал более чем 14 сутками, что позволяло ему подготовить, помимо траншей, блиндажи и убежища для личного состава, а также укрытия для боевой техники и транспортных средств.

Численность личного состава и количество вооружения в пределах опорного пункта — в соответствии с нижеприводимой таблицей.

Элемент объекта и условия его размещения	Пехотная рота	Батарея 106,7-мм минометов	Взвод средних танков	Итого
Личный состав	243	145	21	409
106,7-мм минометы	—	8	—	8
106-мм безоткатные орудия	2	—	—	2
88,9-мм реактивные противотанковые ружья	12	6	—	18
81-мм минометы	3	—	—	3
Средние танки	—	—	5	5
Пулеметы (станковые и ручные)	32	18	—	50

Вполне естественно, что в момент ядерного взрыва не все люди будут находиться в сооружениях. Определить, сколько процентов людей будет в траншеях, блиндажах и других сооружениях, можно лишь на основе тщательного анализа всех разведывательных данных (наблюдения, допроса пленных и г. п.). Принимаем, что в момент взрыва 10% личного состава (41 человек) будет вне укрытий, 60% (245 человек) — в траншеях и окопах, 20% (82 человека) — в блиндажах и 10% (41 человек) — в убежищах. Принимаем также, что и личный состав и огневые средства расположены равномерно на всей площади, занимаемой ротным опорным пунктом.

Исходя из принятых допущений находим, что на каждом квадратном километре ротного опорного пункта будет находиться:

а) людей:

— в траншеях $245 : 2,8 = 88$ человек;

— в блиндажах $82 : 2,8 = 29$ человек;

— в убежищах $41 : 2,8 = 15$ человек;

— вне укрытий $41 : 2,8 = 15$ человек;

б) минометов (106,7-мм и 81-мм), безоткатных орудий, реактивных противотанковых ружей и пулеметов $81 : 2,8 = 29$;

в) средних танков $5 : 2,8 = 2$.

2. Радиусы зон выхода из строя живой силы и техники противника находим по таблицам, помещенным в § 17 и § 18.

Для воздушного ядерного взрыва мощностью 10 тыс. т радиусы зон выхода из строя личного состава и техники следующие:

Элемент объекта и условия его размещения	Радиус (площадь) зоны выхода из строя
Личный состав:	
в траншеях	900 м (2,5 км ²)
в блиндажах	430 м (0,58 км ²)
в убежищах	350 м (0,38 км ²)
открыто расположенный	1500 м (7,1 км ²)
Минометы (безоткатные орудия, реактивные противотанковые ружья, пулеметы), расположенные открыто	520 м (0,85 км ²)
Средние танки, расположенные открыто	430 м (0,58 км ²)

Радиус зоны выхода из строя минометов (безоткатных орудий, реактивных противотанковых ружей, пулеметов) принят равным радиусу зоны выхода из строя орудий наземной артиллерии. Радиусы зон выхода из строя вооружения и техники, расположенных в окопах и укрытиях, примерно в 1,5 раза меньше, чем радиусы зон, расположенных открыто. Следовательно, минометы, находящиеся в укрытиях, выйдут из строя в зоне радиусом около 350 м (на площади 0,38 км²), а средние танки — в зоне радиусом около 280 м (на площади 0,26 км²).

3. Возможные потери противника при взрыве в намеченном эпицентре находим, умножая среднюю плотность расположения людей и техники на площадь зоны выхода их из строя:

Элемент объекта и условия его размещения	Средняя плотность на 1 км ²	Площадь выхода из строя, км ²	Возможные потери
Личный состав:			
в траншеях	88	2,5	220 человек
в блиндажах	29	0,58	17 человек
в убежищах	15	0,38	6 человек
расположенный открыто . . .	15	Охватывает всю площадь района обороны	41 человек
			Всего . . . 284 человека
Минометы (безоткатные орудия, реактивные противотанковые ружья, пулеметы)	29	0,85	25 единиц
Средние танки	2	0,58	1 танк
			Всего . . . 26 единиц

Таким образом, при воздушном ядерном взрыве мощностью 10 тыс. т рота (со средствами усиления) потеряет примерно 70% личного состава (284 человека из 409) и 30% вооружения (26 единиц из 86). Надо учесть, что часть сохранившихся после взрыва минометов и танков нельзя будет использовать в бою из-за мелких повреждений и сильного загрязнения. Понеся такие потери, пехотная рота окажется небоеспособной.

В случаях, когда расположение отдельных элементов объекта (танков, минометов и т. п.) достоверно установлено, чтобы определить, выйдут они из строя или нет при данном ядерном взрыве, достаточно нанести на схему (план) объекта соответствующие зоны. Объекты, попавшие в зону, выходят из строя, а не попавшие — не выходят.

На практике получить данные о расположении каждого танка, орудия, миномета и т. п. почти невозможно. Поэтому приведенный метод подсчета возможных потерь практически вполне приемлем.

4. Оценка влияния возможного отклонения эпицентра взрыва от намеченного. Приведенный расчет справедлив, если взрыв произошел в намеченном эпицентре. Но вероятность точного попадания ракеты в намеченную точку весьма мала. Она зависит от точности топографических работ, разрешающей способности прицельных приспособлений и других приборов,

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Глава первая. Ядерное оружие и средства его применения	3
§ 1. Понятие о ядерном оружии	—
§ 2. Принципиально возможные схемы устройства ядерных боеприпасов	10
§ 3. Средства применения ядерного оружия	15
Глава вторая. Развитие ядерного взрыва и его поражающие факторы	20
§ 4. Виды ядерных взрывов	—
§ 5. Развитие ядерного взрыва в воздухе. Поражающие факторы взрыва	22
§ 6. Внешняя картина ядерных взрывов	28
Глава третья. Характеристика поражающих факторов ядерного взрыва	38
§ 7. Ударная волна	—
§ 8. Световое излучение	70
§ 9. Проникающая радиация	79
§ 10. Радиоактивное заражение	92
§ 11. Особенности высотного, подводного и подземного ядерных взрывов	120
Глава четвертая. Поражающее действие ядерного взрыва	138
§ 12. Общая характеристика воздействия ядерного взрыва на людей и различные объекты	—
§ 13. Поражения людей ударной волной	141
§ 14. Поражения людей световым излучением	144
§ 15. Поражения людей проникающей радиацией	147
§ 16. Поражающее действие радиоактивных веществ	150
§ 17. Комбинированные поражения	151
§ 18. Повреждения некоторых видов боевой техники, вооружения и средств связи	154
§ 19. Разрушения и повреждения зданий и некоторых гражданских сооружений	166
§ 20. Разрушения некоторых видов оборонительных сооружений	174
§ 21. Воздействие ядерного взрыва на поверхность грунта и растительный покров	179
§ 22. Влияние метеорологических условий на размеры зон повреждения различных объектов	182
Глава пятая. Противоатомная защита войск	186
§ 23. Вскрытие подготовки противника к применению ядерного оружия	187
§ 24. Оповещение войск об опасности ядерного нападения	190
§ 25. Рассредоточение и маскировка войск	191
§ 26. Использование защитных свойств местности	192
§ 27. Оборудование позиций и районов расположения войск в инженерном отношении	195
§ 28. Радиационная разведка и дозиметрическая аппаратура	207
§ 29. Мероприятия по защите личного состава от поражения радиоактивными веществами при действиях на зараженной местности	219
§ 30. Ликвидация последствий ядерного нападения	227

Глава шестая. Некоторые вопросы организации и ведения боевых действий в условиях применения ядерного оружия	261
§ 31. Влияние ядерного оружия на характер современного боя	—
§ 32. Некоторые вопросы применения ядерного оружия	265
§ 33. Некоторые особенности организации общевойскового боя в условиях применения ядерного оружия	285
§ 34. Некоторые особенности партийно-политической работы в бою в условиях применения ядерного оружия	290
§ 35. Некоторые особенности ведения боя в условиях применения ядерного оружия	293
Глава седьмая. Действия частей и подразделений при ликвидации последствий ядерного нападения на город	311
§ 36. Организация работ по ликвидации ядерного нападения на город	312
§ 37. Действия войск по выполнению отдельных видов спасательных работ	318



Как действовать
В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ
ЯДЕРНОГО, ХИМИЧЕСКОГО
И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО
ОРУЖИЯ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

КАК ДЕЙСТВОВАТЬ
В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ
ЯДЕРНОГО, ХИМИЧЕСКОГО
И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО
ОРУЖИЯ

ПОСОБИЕ СОЛДАТУ И МАТРОСУ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА—1963

ИЗУЧИ ЭТО
ПОСОБИЕ!



В условиях применения современных видов оружия, и прежде всего ядерного оружия, являющегося самым мощным средством поражения противника, от каждого солдата и матроса больше чем когда-либо требуются отличная выучка, стойкость, железная воинская дисциплина и непреклонная воля к победе над врагом. Какие бы трудности ни возникали в бою в связи с применением новых видов оружия, помни о своем священном долге перед Родиной и отдавай все силы успешному выполнению боевой задачи.

Чтобы стать всесторонне подготовленным воином Советских Вооруженных Сил, ты обучаешься многому, что нужно знать и уметь делать в бою.

Данное Пособие поможет тебе ознакомиться с ядерным, химическим и бактериологическим оружием, научиться умело вести боевые действия в условиях его применения и овладеть средствами и способами защиты от его воздействия. Хорошо изучи это Пособие и полученные знания используй для совершенствования своего боевого мастерства.

Тебе должно быть понятно, что Пособие не охватывает все твои обязанности и все без исключения случаи боевой обстановки в условиях применения новых видов оружия. Если ты не найдешь в нем ответа на некоторые вопросы по ядерному, химическому и бактериологическому оружию и действиям в условиях его применения, обратись за разъяснением к своему командиру.

ПРОНИКАЮЩАЯ РАДИАЦИЯ ОСЛАБЛЯЕТСЯ



Рис. 10

ЕСЛИ ЯДЕРНЫЙ ВЗРЫВ ЗАСТАЛ ТЕБЯ В ДОМЕ,
ЛОЖИСЬ К ПРОСТЕНКУ



Рис. 43

Если в результате ядерного взрыва возник пожар, в первую очередь выведи в безопасное место танк, ракетную установку, бронетранспортер, автомобиль и другую технику и приведи ее в готовность для продолжения марша. В случае заражения занимаемого района вопрос о дальнейшем пребывании в нем решает командир.

При расположении на отдых в населенном пункте не ставь машину близко к легковозгораемым постройкам, стогам сена, соломы и т. п.



ОКОП ДЛЯ ТАНКА

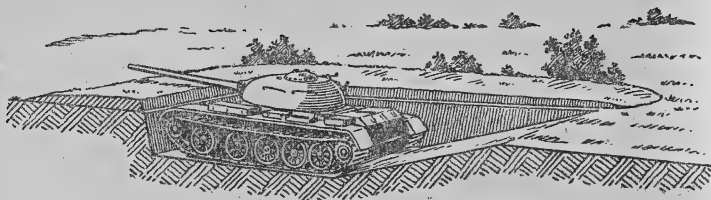
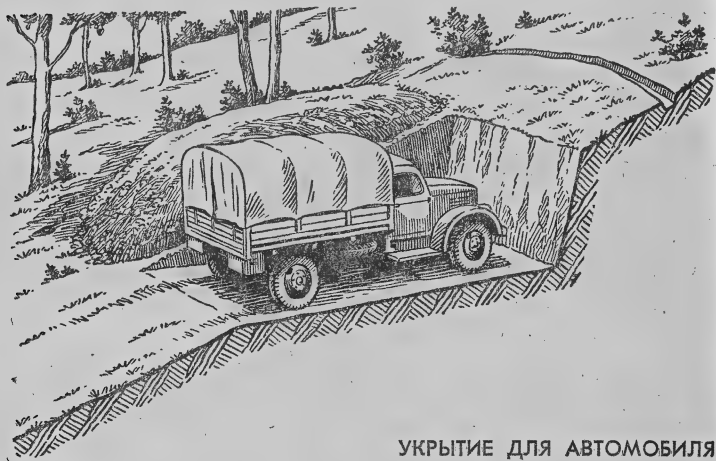


Рис. 56

Для защиты автомобилей, тягачей и специальных машин прежде всего используют естественные укрытия (овраги, выемки, карьеры). При отсутствии их устраивают простейшие укрытия котлованного типа с аппаратами или в виде врезок в скаты высот (рис. 57).

Перед устройством окопов и укрытий для вооружения и техники экипажи (расчеты) оборудуют для себя крытые щели. Щели могут располагаться на удалении до 30—40 метров от окопов и укрытий или в крутистях этих сооружений.



УКРЫТИЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Рис. 57

КАК ДЕЙСТВОВАТЬ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНОГО,
ХИМИЧЕСКОГО И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Пособие солдату и матросу
М., Воениздат, 1963. 128 стр.

Под наблюдением редактора полковника *Горчакова А. Д.*

Технический редактор *Кузьмин И. Ф.*

Корректор *Перебитюк Е. В.*

Сдано в набор 2.7.62 г.

Подписано к печати 11.10.62 г.

Г-86189.

Формат бумаги $84 \times 108^{1/32}$ — 4 печ. л. = 6,56 усл. печ. л. 5,763 уч.-изд. л.

Изд. № 5/4904.

Продаже не подлежит

Зак. 522

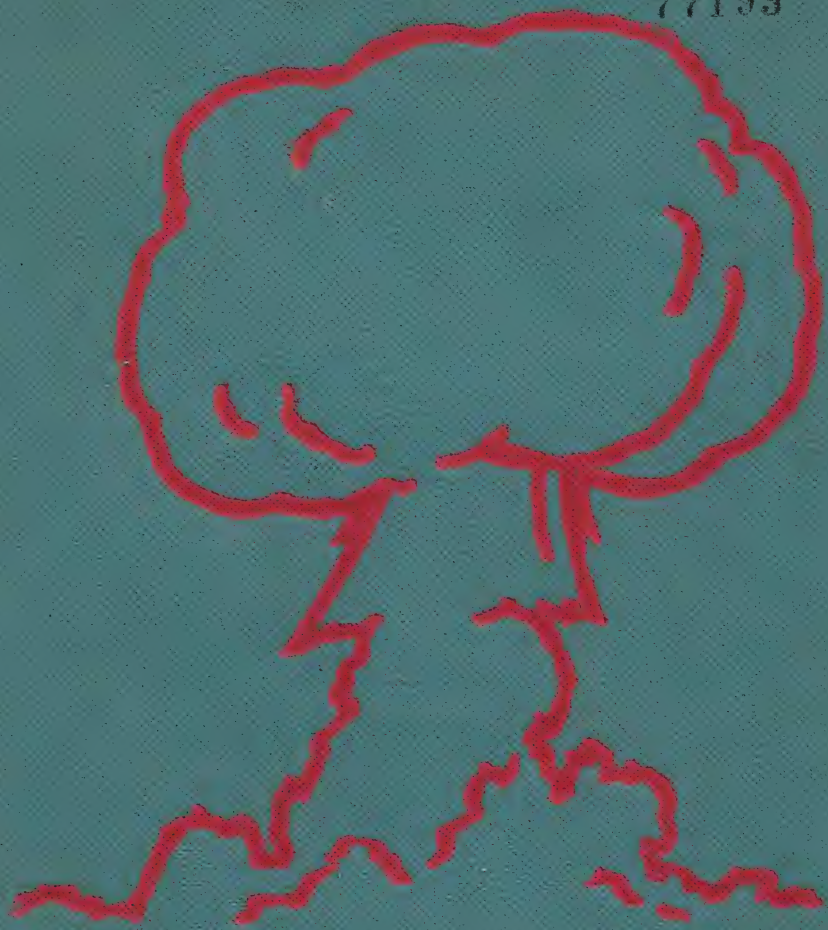
Отпечатано с матриц во 2-й типографии Военного издательства

Министерства обороны СССР

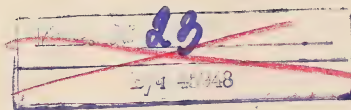
Ленинград, Д-65, Дворцовая пл., 10

УДК 62-50
517.5

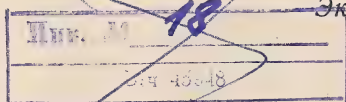
77193



ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ



Для служебного
пользования



Экз. №

77193

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ОФИЦЕРОВ

Издание третье, переработанное и дополненное

Ордена Трудового Красного Знамени
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА — 1969

Настоящее Пособие представляет собой переработанное и дополненное издание пособия «Ядерное оружие», вышедшего в свет в 1961 г. В нем более полно, чем в прежнем издании, изложены вопросы поражающего действия ядерных взрывов, значительно уточнены сведения по радиоактивному заражению и защите войск от ядерного оружия, а также впервые помещены данные об электромагнитном импульсе ядерного взрыва, поражающем действию взрывов мощностью менее 1 тыс. т и сейсмозрывных волнах в грунте.

Пособие предназначено для офицеров всех видов Вооруженных Сил; оно может быть также использовано при подготовке курсантов военных училищ.

Замечания и предложения по содержанию Пособия просьба направлять по адресу: Москва, К-160, войсковая часть 31600.

В книге пронумеровано всего 388 страниц; кроме того, помещены цветные рисунки:

- рис. II-1 — между стр. 28 и 29;
- рис. II-5 — II-12 (восемь рисунков) — между стр. 32 и 33;
- рис. III-12, III-13, III-20 и III-21 — между стр. 64 и 65;
- рис. VI-4 и VI-6 — между стр. 224 и 225;
- рис. VI-7 и VI-8 — между стр. 240 и 241;
- рис. VI-19, VI-21, VI-23 и VI-25 — между стр. 256 и 257;
- рис. VI-30 и VI-31 — между стр. 272 и 273;
- рис. VII-4 и VII-6 — между стр. 344 и 345.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Глава I. Ядерное оружие, средства доставки его к цели и носители	5
§ 1. Понятие о ядерном оружии	15
§ 2. Виды ядерных зарядов и принципы их устройства	23
§ 3. Средства доставки и носители ядерного оружия	27
Глава II. Развитие ядерного взрыва и его поражающие факторы	—
§ 4. Виды ядерных взрывов	29
§ 5. Развитие воздушного и наземного ядерных взрывов. Поражающие факторы ядерного взрыва	37
§ 6. Внешняя картина ядерных взрывов	—
Глава III. Характеристика поражающих факторов наземного и воздушного ядерных взрывов	41
§ 7. Ударная волна	68
§ 8. Световое излучение	75
§ 9. Проникающая радиация	88
§ 10. Радиоактивное заражение	109
§ 11. Электромагнитный импульс	113
Глава IV. Поражающее действие наземного и воздушного ядерных взрывов	—
§ 12. Общая характеристика воздействия ядерного взрыва на людей и различные объекты	117
§ 13. Поражение людей воздушной ударной волной	122
§ 14. Поражение людей световым излучением	126
§ 15. Поражение людей проникающей радиацией	130
§ 16. Поражающее действие радиоактивных веществ на людей	134
§ 17. Комбинированные поражения людей	139
§ 18. Разрушение и повреждение боевой техники и вооружения	153
§ 19. Разрушение и повреждение промышленных и гражданских зданий и сооружений	162
§ 20. Разрушение фортификационных сооружений	169
§ 21. Воздействие ядерного взрыва на грунт и лесные массивы	—
§ 22. Поражающее действие электромагнитного импульса и способы защиты от него	174
§ 23. Особенности поражающего действия ядерных взрывов мощностью менее 1 тыс. т	177
§ 24. Влияние физико-географических условий на поражающее действие ядерных взрывов	178
Глава V. Характеристика поражающих факторов и поражающего действия высотного, подводного, надводного и подземного ядерных взрывов	183
§ 25. Высотный ядерный взрыв	188
§ 26. Подводный ядерный взрыв	192
§ 27. Надводный ядерный взрыв	—

§ 28. Подземный ядерный взрыв	193
Глава VI. Защита войск от ядерного оружия	202
§ 29. Прогнозирование зон (районов) поражения, радиоактивного заражения, разрушений, затоплений и пожаров	203
§ 30. Радиационная разведка	237
§ 31. Оповещение войск о радиоактивном заражении	262
§ 32. Рассредоточение войск и их маскировка	263
§ 33. Периодическая смена районов расположения войск	265
§ 34. Использование индивидуальных средств защиты, защитных свойств боевой техники, транспорта и местности	—
§ 35. Подготовка путей для маневра и инженерное оборудование районов, занимаемых войсками	272
§ 36. Выбор наиболее целесообразных способов преодоления зон заражения и обеспечение защиты личного состава при действиях на зараженной местности	284
§ 37. Контроль радиоактивного облучения личного состава и заражения людей, вооружения, техники, транспорта, материальных средств и воды	288
§ 38. Специальные профилактические мероприятия	296
§ 39. Обеспечение войск средствами защиты	297
§ 40. Ликвидация последствий применения противником ядерного оружия	298
Глава VII. Некоторые вопросы применения ядерного оружия и оценка результатов ядерных взрывов	327
§ 41. Основы применения ядерного оружия	330
§ 42. Выбор вида ядерного взрыва	331
§ 43. Выбор центра (эпицентра) ядерного взрыва	332
§ 44. Оценка эффективности и выбор мощности ядерного взрыва	342
§ 45. Обеспечение безопасности своих войск при нанесении ядерных ударов по противнику	342
§ 46. Определение координат и мощности осуществленных ядерных взрывов	351
Глава VIII. Действия частей и подразделений при ликвидации последствий ядерного нападения на город	369
§ 47. Условия производства работ по ликвидации последствий ядерного нападения на город	370
§ 48. Организация спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ	372
§ 49. Выполнение отдельных видов спасательных работ	376

кое состояние делящегося вещества называется надкритическим.

При высокой степени надкритичности, т. е. когда число последующих делений значительно превышает число предыдущих делений, реакция протекает в миллионные доли секунды и представляет собой ядерный взрыв.

Величина критической массы зависит от вида делящегося вещества, его чистоты и плотности, а также формы заряда.

Критическая масса урана-233 и плутония-239 при нормальной плотности и чистоте 93,5% составляет около 17 кг, а урана-235 — 48 кг. При увеличении количества примесей в делящемся веществе его критическая масса увеличивается.

Критическая масса уменьшается обратно пропорционально квадрату плотности делящегося вещества. Так, например, если плотность урана-235 увеличить вдвое, то цепная ядерная реакция деления станет возможной при количестве вещества весом 12 кг, а при увеличении плотности втрое — при количестве вещества весом 5,3 кг.

Величина критической массы может быть значительно уменьшена, если заряд окружить оболочкой, способной возвращать (отражать) нейтроны в зону реакции. Потери нейтронов в этом случае уменьшаются, а это означает, что цепная ядерная реакция может быть осуществлена в меньшей массе вещества заряда. Наиболее эффективными отражателями нейтронов являются бериллий, графит, тяжелая вода (т. е. вода, в которой обычный водород заменен тяжелым водородом — дейтерием), а также алюминий, железо, природный уран и др.

Представление о зависимости критической массы заряда от вида и толщины отражателя дают следующие данные:

Вид отражателя	Критическая масса урана-235, кг, при толщине отражателя, см		
	2,5	5	10
Алюминий	39,3	35,5	32
Бериллий	29,2	20,8	14,1
Тяжелая вода	—	27	21
Графит	35,5	29,5	24,2
Железо	36	29,3	25,3
Природный уран	30,8	23,5	18,4

Принципы устройства ядерных зарядов. До взрыва делящееся вещество в заряде находится в подкритическом состоянии, т. е. масса его меньше критической. Перевод делящегося вещества в надкритическое состояние осуществляется различными способами.

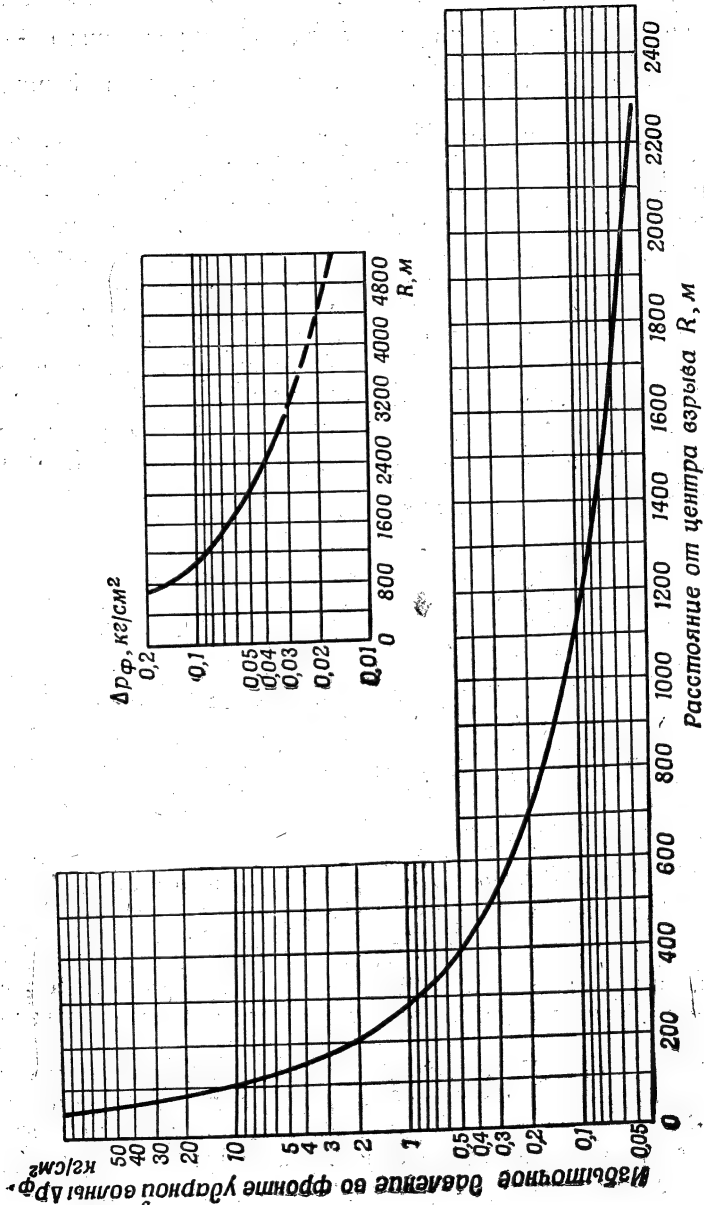


Рис. III-4. Изменение избыточного давления с расстоянием при наземном взрыве мощностью 1 тыс. т

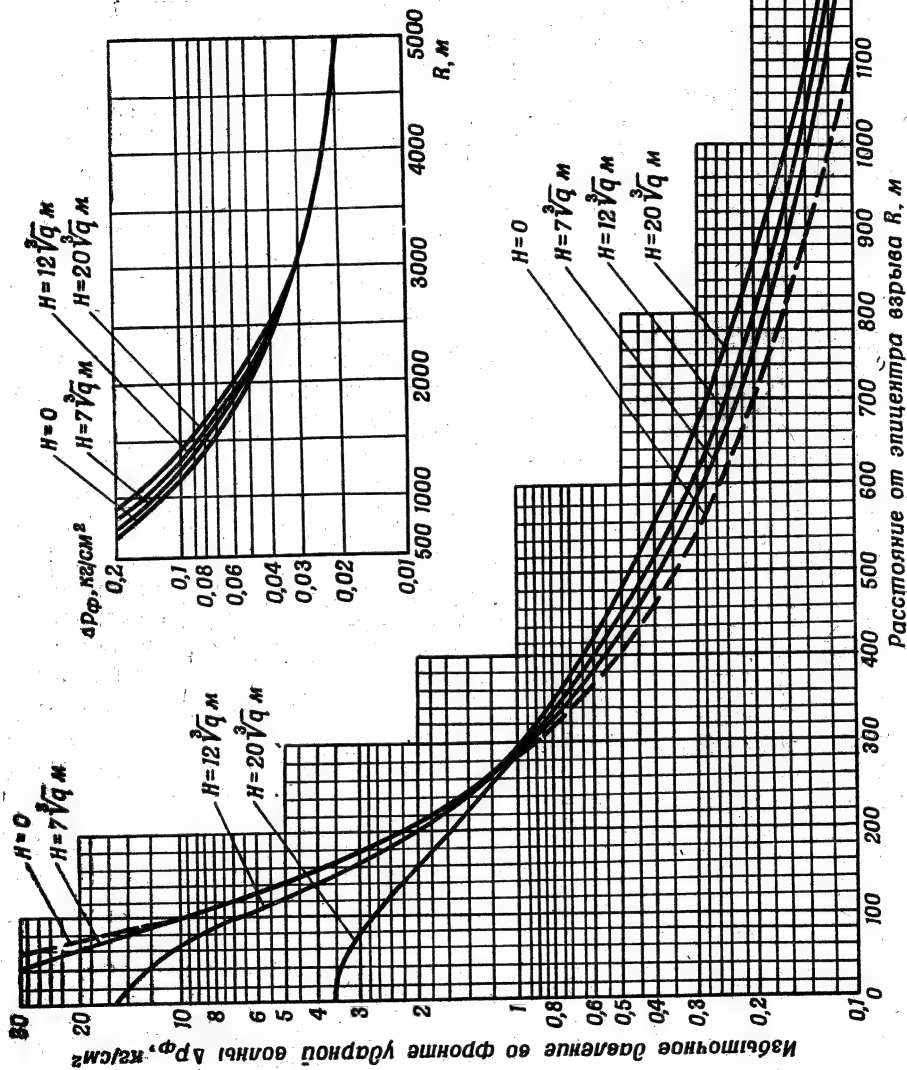
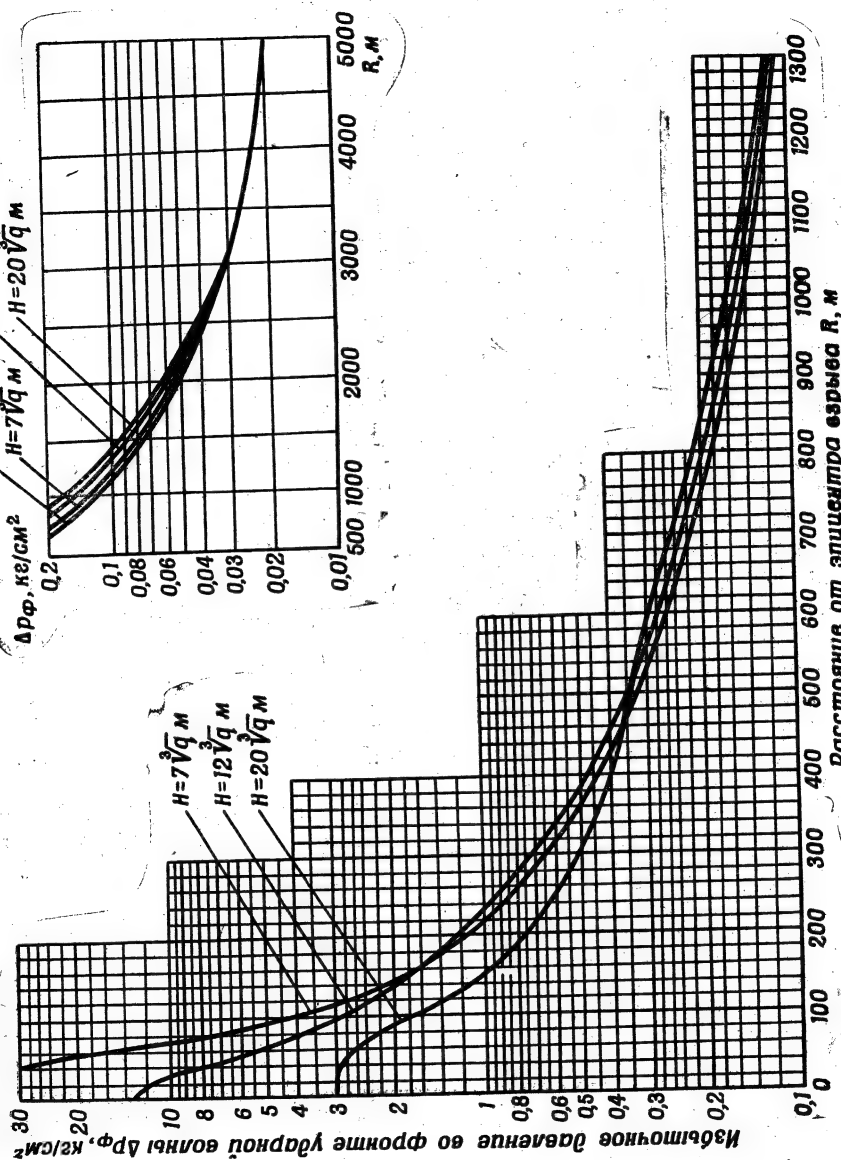


Рис. III-6. Изменение избыточного давления в фронте ударной волны в воздушном взрыве мощностью 1 тыс. т (без прогресса призматического слоя воздуха)



Расстояние от эпицентра взрыва R , м

Рис. III-7. Изменение избыточного давления во фронте ударной волны Δp , кг/см² при воздушном взрыве мощностью 1 тыс. т (при прогреве приземного слоя воздуха)

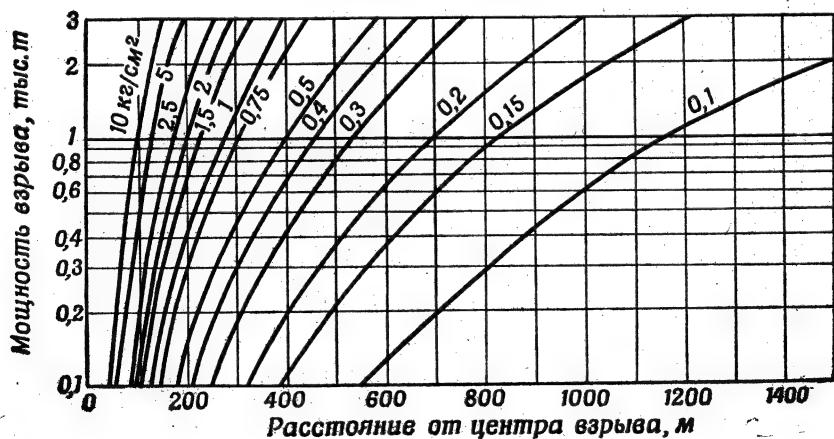
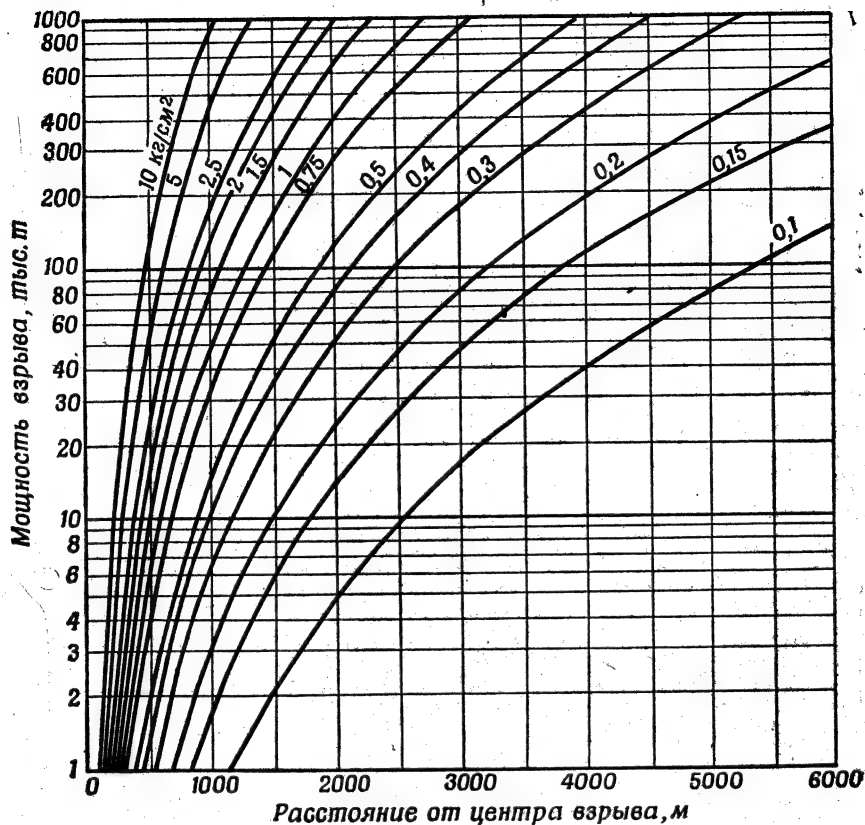


Рис. III-8. Зависимость избыточного давления во фронте ударной волны при наземном взрыве от мощности и расстояния до центра взрыва



Рис. III-20. Местные предметы, создающие зону тени, способны надежно защитить от светового излучения

кает в результате взаимодействия светового излучения с молекулами воздуха, частицами пыли и воды, находящимися в атмосфере, а отраженное — в результате отражения прямого излучения от поверхности земли (воды), от облаков или местных предметов.

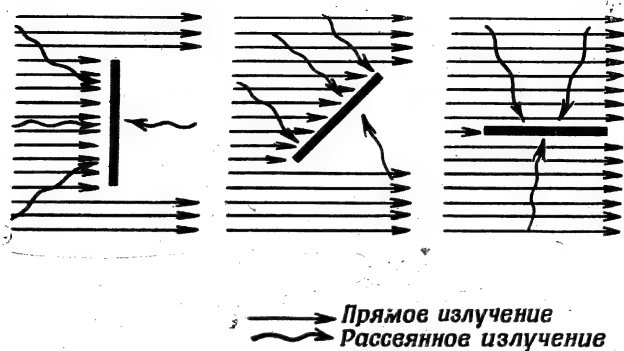


Рис. III-19. Количество энергии светового излучения, падающего на поверхность в зависимости от ее ориентации

Любая непрозрачная преграда на пути распространения прямого излучения, образующая зону тени, обычно является надежной защитой от светового излучения (рис. III-20).

Основным параметром, характеризующим световое излучение, является световой импульс. Световым импульсом называется количество энергии светового излучения, падающего за все время излучения на единицу площади неэкранированной поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению прямого излучения, без учета отраженного излучения. Световой импульс измеряется в калориях на квадратный сантиметр.

Величина светового импульса быстро уменьшается с увеличением расстояния от центра взрыва. Если бы световое излучение распространялось в пустоте, величина светового импульса уменьшалась бы строго пропорционально квадрату расстояния от центра взрыва. При увеличении расстояния в два или три раза световой импульс уменьшился бы соответственно в четыре и девять раз (рис. III-21). Но так как на пути распространения излучения имеется воздух, содержащий к тому же частицы пыли и воды, то величина светового импульса уменьшается несколько быстрее, чем в пустоте. Следовательно, ослабление светового излучения зависит от состояния атмосферы.

На практике ослабление светового излучения оценивается по дальности видимости — наибольшему расстоянию, на котором днем на фоне неба можно различить большой темный предмет — лес, здание и т. п. (см. таблицу на стр. 72). Дальность видимости

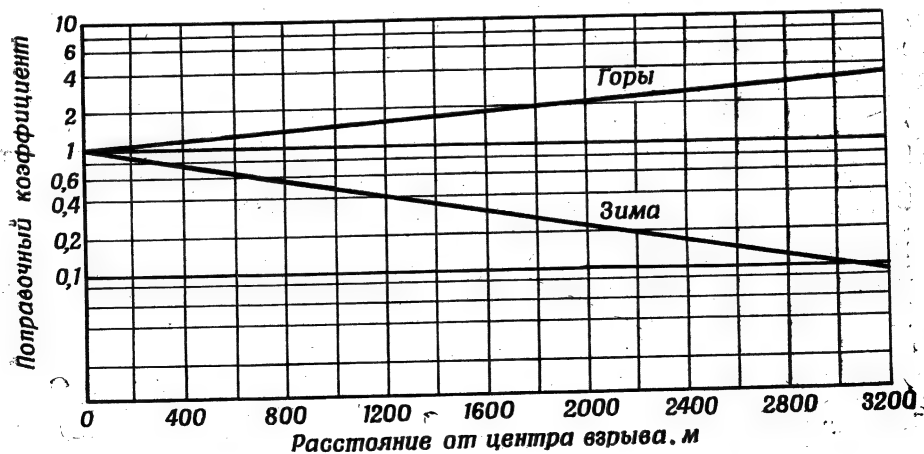
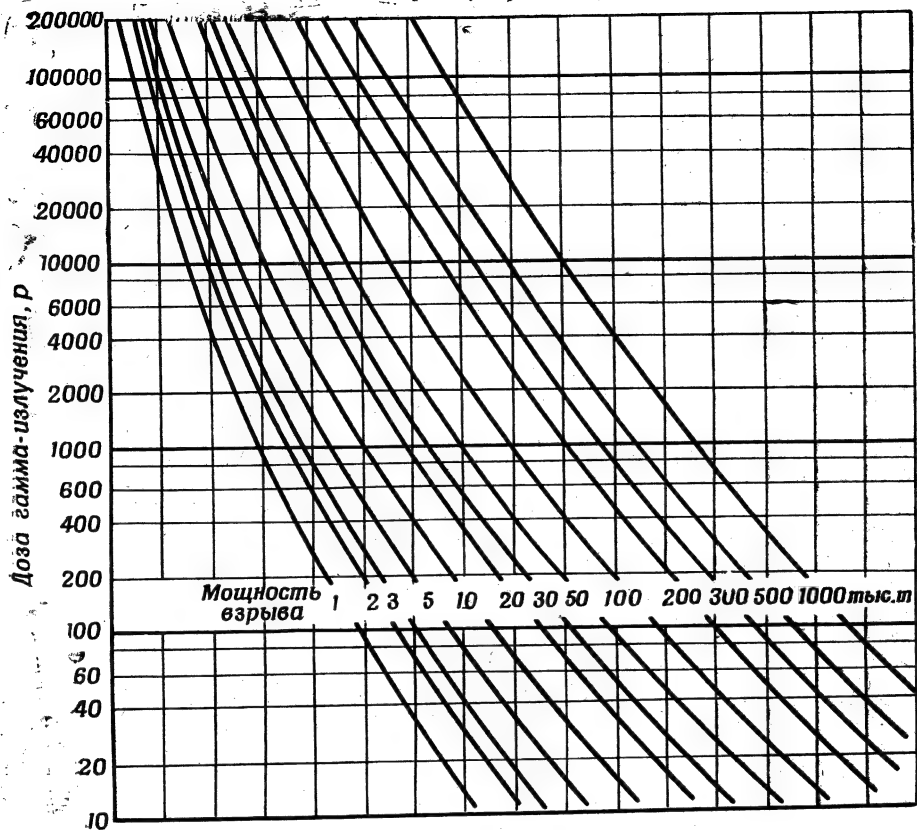


Рис. III-23. Зависимость дозы гамма-излучения от расстояния до центра взрыва

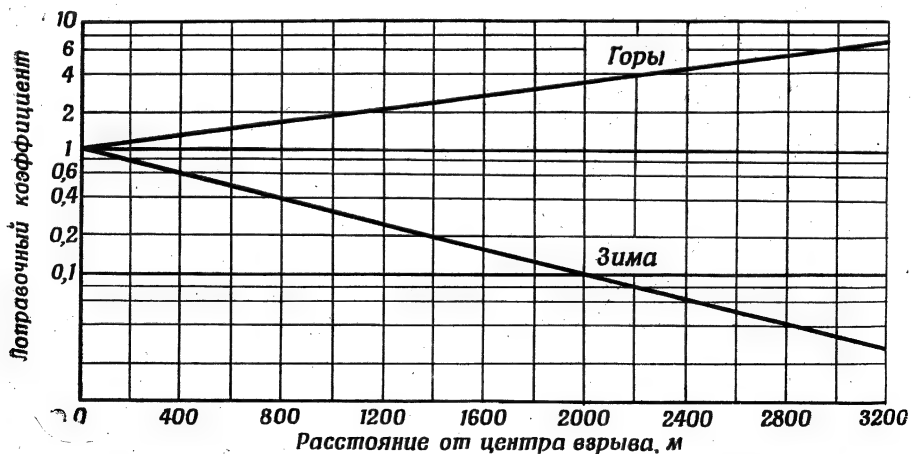
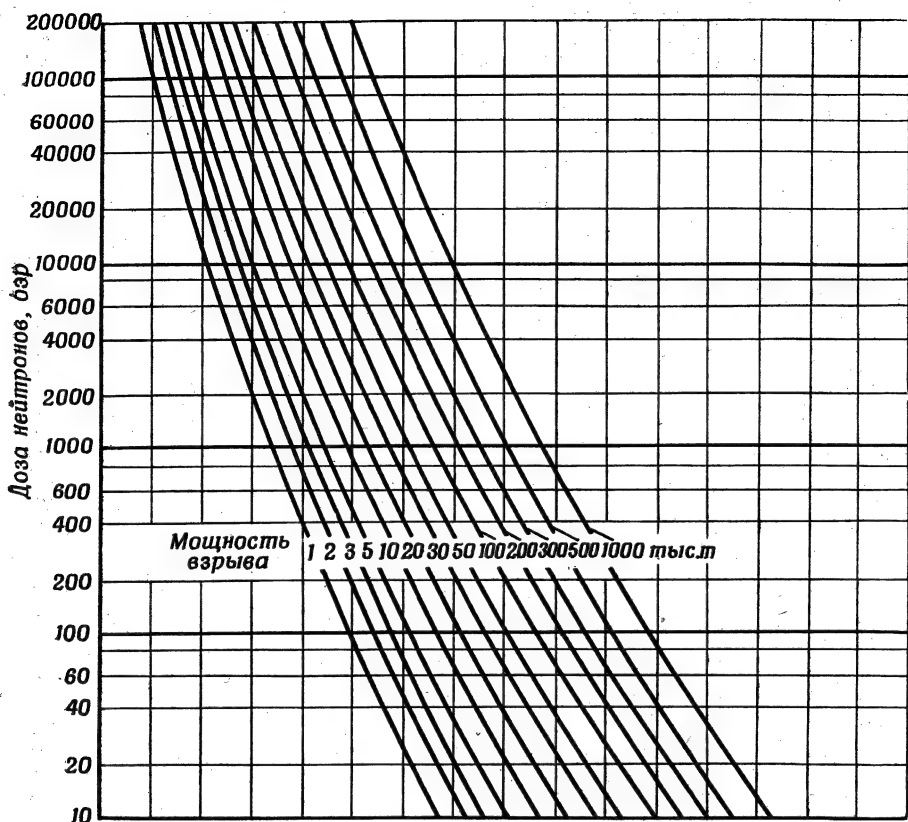


Рис. III-25. Зависимость дозы нейтронов от расстояния до центра взрыва

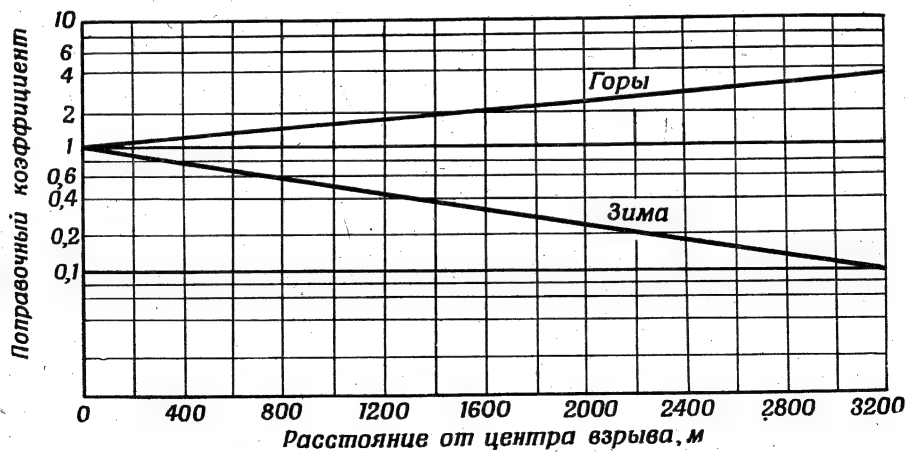
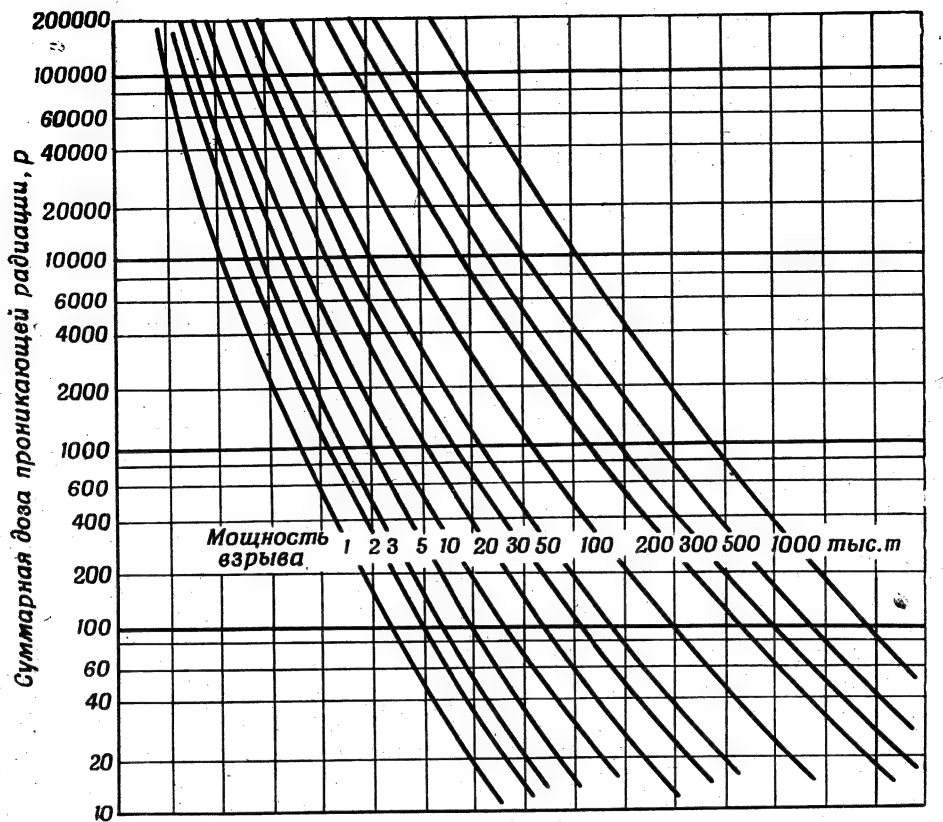


Рис. III-26. Зависимость суммарной дозы проникающей радиации от расстояния до центра взрыва

**Значения слоя половинного ослабления гамма-излучения
и нейтронов, см**

Наименование материала	Плотность материала, г/см ³	Слой половинного ослабления	
		d_{γ}	d_n
Древесина	0,7	30,5	9,7
Полиэтилен	0,9	21,8	2,7
Вода	1	20,4	2,7
Грунт	1,6	13	9
Кирпичная кладка	1,6	13	10
Стеклопластик	1,7	12	4
Стиробетон	1,85	11	5
Железобетон	2,3	9,5	8,2
Железо (броня)	7,8	3,5	11,5
Свинец	11,3	2	12

Если толща защиты состоит из нескольких слоев различных материалов, то для определения общего коэффициента ослабления необходимо найти коэффициент ослабления для каждого слоя, а затем перемножить их. Для упрощения расчетов можно пользоваться графиками зависимости ослабления дозы гамма-излучения (рис. III-28) и нейтронов (рис. III-29).

Пример III-7. Определить дозу проникающей радиации внутри убежища легкого типа с покрытием из деревянных брусьев толщиной 20 см и грунтовой обсыпкой в 120 см при взрыве мощностью 10 тыс. т на высоте 600 м. Убежище расположено в эпицентре взрыва.

Расчет провести для летних условий.

Решение. По графикам рис. III-23 и III-25 находим, что при заданных условиях дозы гамма-излучения и нейтронов на поверхности земли составляют:

$$D_{0\gamma} \approx 12\,000 \text{ р; } D_{0n} = 20\,000 \text{ бэр.}$$

По графикам рис. III-28 и III-29 находим степень ослабления древесиной и грунтом гамма-излучения и нейтронов; она соответственно равна

$$\kappa_{\gamma\text{др}} = 1,6; \kappa_{\gamma\text{гр}} = 600;$$

$$\kappa_{n\text{др}} = 4; \kappa_{n\text{гр}} = 11\,000.$$

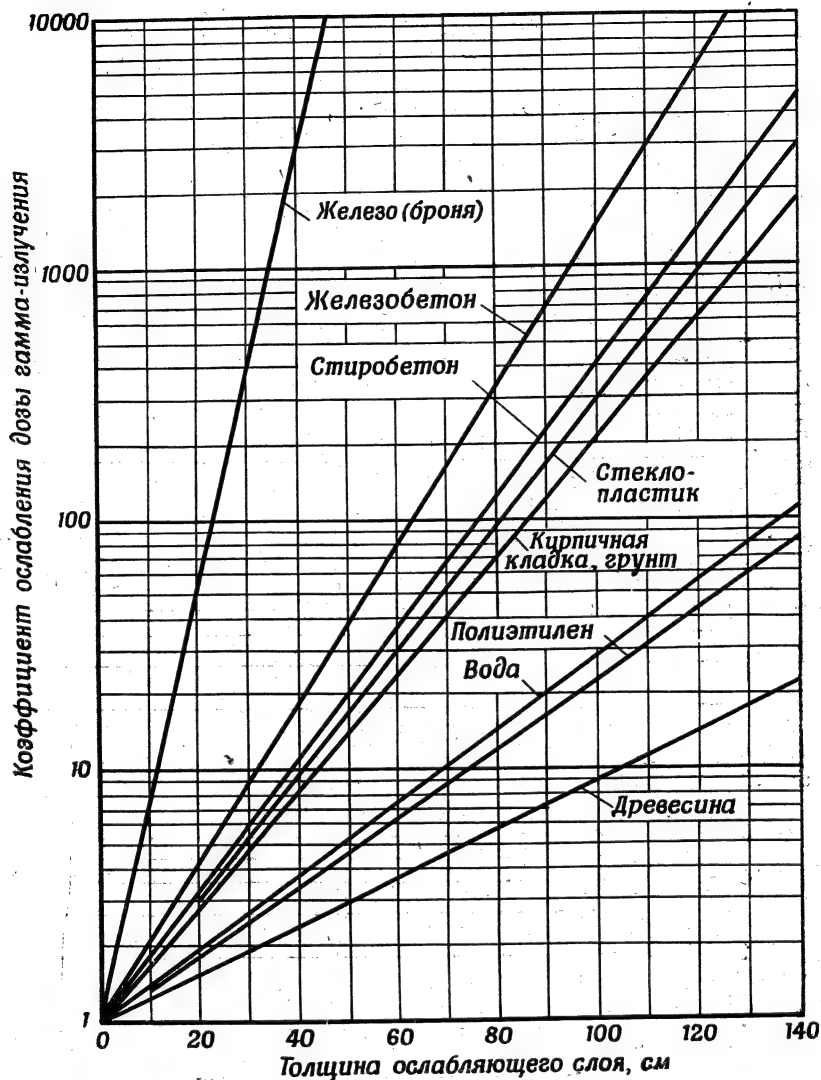


Рис. III-28. Зависимость степени ослабления дозы гамма-излучения от толщины материалов

Следовательно, доза проникающей радиации внутри убежища будет равна

$$D = D_{\gamma} + D_n = \frac{D_{c\gamma}}{\kappa_{\gamma_{гр}} \cdot \kappa_{\gamma_{др}}} + \frac{D_n}{\kappa_{n_{гр}} \cdot \kappa_{n_{др}}} =$$

$$= \frac{12\,000}{1,6 \cdot 600} + \frac{20\,000}{4 \cdot 11\,000} \approx 12,5 + 0,5 = 13 \text{ p.}$$

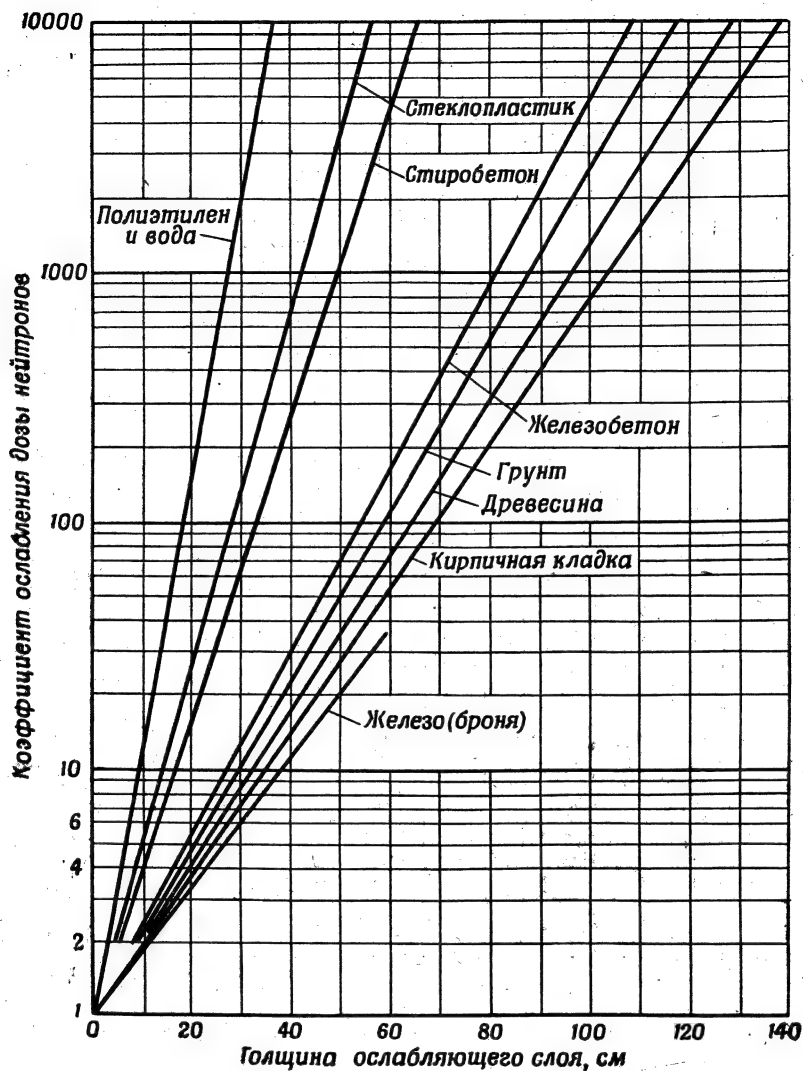


Рис. III-29. Зависимость степени ослабления дозы нейтронов от толщины материалов

Пример III-8. Определить дозу радиации, которую получит экипаж танка, находящегося на удалении 1200 м от центра взрыва мощностью 5 тыс. т, при боевых действиях в горной местности.

Решение. Толщина брони танка в различных его местах неодинакова, поэтому расчет дозы внутри танка необходимо произвести для некоторой средней толщины брони. Примем ее равной 8 см.

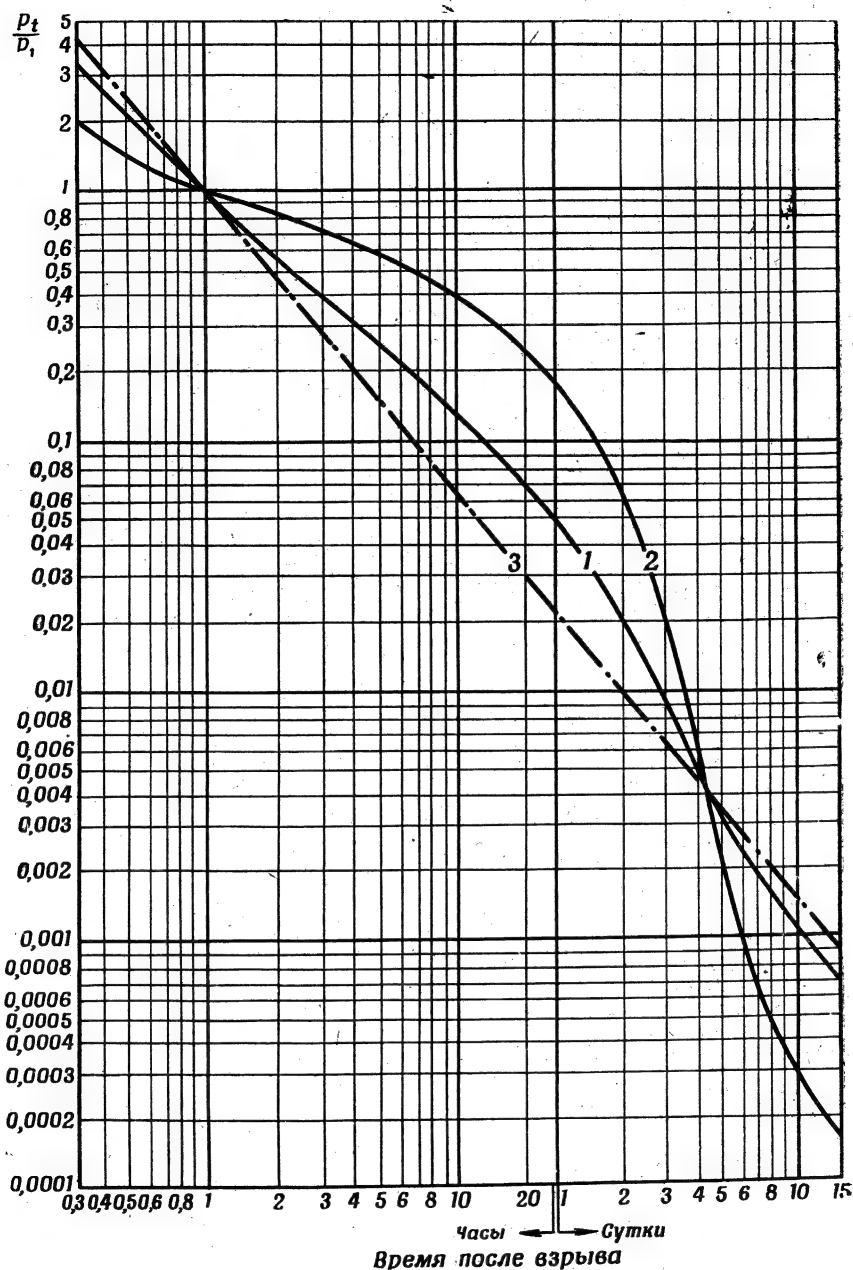


Рис. III-34. График для определения спада уровней радиации со временем (P_1 — уровень радиации через 1 ч после взрыва; P_t — уровень радиации на время t после взрыва):

1 — район наземного взрыва с наветренной стороны; 2 — район низкого воздушного взрыва; 3 — след облака всех взрывов и район подземного взрыва с наветренной стороны

Роль наведенной активности особенно значительна в зоне радиусом до 800—1000 м; с увеличением расстояния от центра взрыва поток нейтронов резко уменьшается и вклад наведенной активности в радиоактивное заражение местности на больших расстояниях незначителен.

Под действием нейтронов радиоактивные изотопы образуются не только в поверхностном слое грунта, но и на некоторой достигаемой нейтронами глубине. Наибольшая активность грунта наблюдается на глубине около 5—6 см; на глубине 50—60 см она в десятки раз меньше.

В зоне образования радиоактивного шлака и воронки заражение местности при наземном взрыве определяется главным образом осколками деления.

Уровни радиации имеют максимальное значение в центре взрыва; с увеличением расстояния от центра взрыва они быстро падают и на расстоянии 1—2 км с наветренной стороны с заражением можно не считаться.

В результате распада радиоактивных веществ степень заражения местности со временем быстро уменьшается (рис. III-34).

Скорость спада уровней радиации также зависит от состава почвы. В разных грунтах по сравнению с другими элементами наибольший разброс наблюдается в содержании марганца, содержание натрия более постоянно. Радиоактивный марганец-56 — короткоживущий изотоп (период его полураспада 2,6 ч), поэтому состав грунта будет сильно влиять на уровни радиации только в течение первых суток после взрыва. За это время марганец-56 практически полностью распадается, тогда как радиоактивный натрий (период полураспада около 15 ч) остается в грунте более длительное время.

Уровни радиации в районе наземного и низкого воздушного взрывов через 1 ч после взрыва можно определить с помощью графика рис. III-35 и табл. III-6 и III-8. На вертикальной оси графика отложены значения уровней радиации в районе взрыва через 1 ч после взрыва на 1 тыс. т мощности. Найденный по графику рис. III-35 уровень радиации при необходимости может быть пересчитан на любое другое время после взрыва с помощью графика рис. III-34. Для определения уровня радиации при другой мощности взрыва необходимо значение уровня, найденное по графику рис. III-35, умножить на величину мощности, выраженную в тысячах тонн.

Пример III-9. Определить уровень радиации в районе наземного взрыва мощностью 50 тыс. т через 2 ч после взрыва на расстоянии 600 м от центра взрыва.

Решение. Пользуясь графиком рис. III-35, находим уровень радиации на 1 ч после взрыва мощностью 1 тыс. т. По кривой для наземного взрыва определяем, что на расстоянии 600 м искомый уровень составляет примерно 0,8 р/ч. Тогда уровень радиации при взрыве мощностью 50 тыс. т через 1 ч после взрыва будет равен

$$P_1 = 0,8q = 0,8 \cdot 50 = 40 \text{ р/ч.}$$

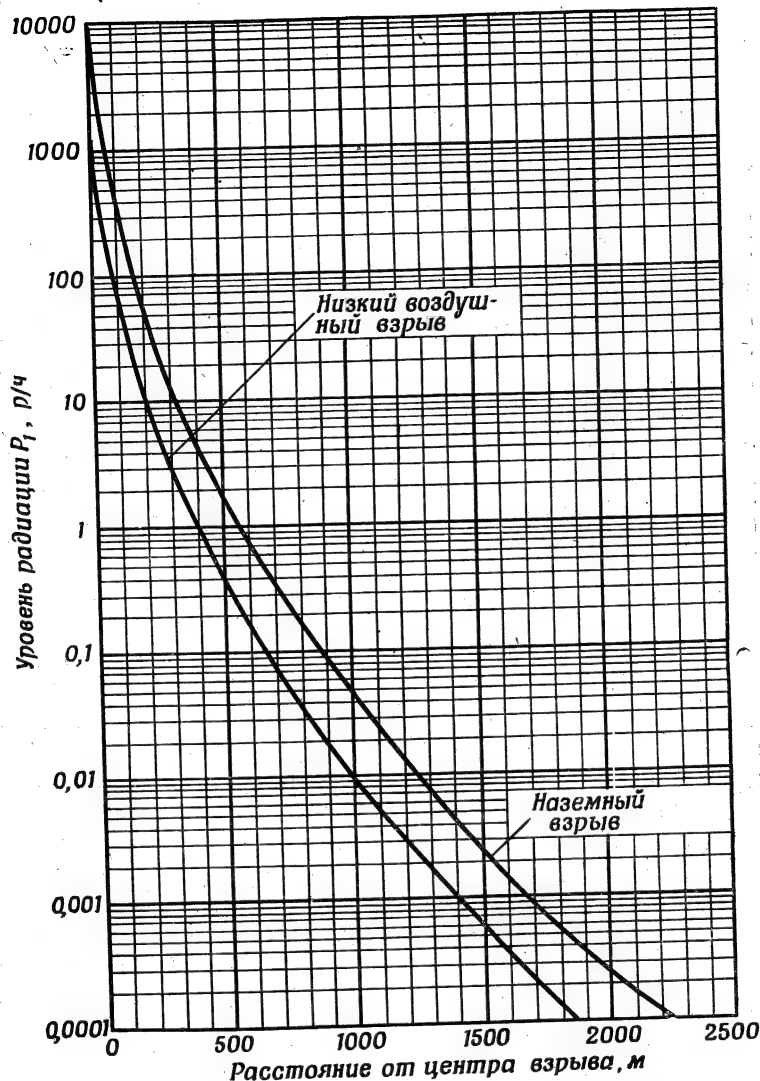


Рис. III-35. График для определения уровней радиации в районе наземного и низкого воздушного взрывов мощностью 1 тыс. т через 1 ч после взрыва. (При воздушных взрывах расстояния от эпицентра предварительно пересчитываются в соответствующие им расстояния от центра взрыва)

Уровни радиации в районе наземного взрыва через 1 ч после взрыва, р/ч

Мощность взрыва, тыс. т													
Расстояние от центра взрыва, м													
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
50	600	1 200	1 800	3 000	6 000	12 000	18 000	30 000	60 000	120 000	180 000	300 000	600 000
100	175	350	525	875	1 750	3 500	5 250	8 750	17 500	35 000	52 500	87 500	175 000
200	33	66	100	165	330	660	1 000	1 650	3 300	6 600	10 000	16 500	33 000
300	12,5	25	38	62	125	250	375	625	1 250	2 500	3 750	6 250	12 500
400	4,5	9	14	22	45	90	135	225	450	900	1 350	2 250	4 500
600	0,8	1,6	2,4	4	8	16	24	40	80	160	240	400	800
800	0,17	0,3	0,5	0,8	1,7	3,4	5,1	8,5	17	34	51	85	170
1 000	0,05	0,1	0,15	0,3	0,5	1	1,5	2,5	5	10	15	25	50
1 500	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	0,05	0,075	0,125	0,25	0,5	0,75	1,25	2,5
2 000	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	0,0125	0,025	0,05	0,075	0,125	0,25

Уровни радиации на оси следа облака наземного взрыва через 1 ч после взрыва, p/μ

Расстояние от центра взрыва, км	Мощность взрыва, тыс. т												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000

	Скорость среднего ветра 25 км/ч													
1	550	1000	1500	2300	4200	7800	11000	17000	32000	58000	82000	130000	230000	
2	250	450	630	970	1700	3200	4600	7300	14000	25000	36000	57000	100000	
4	85	150	240	410	790	1400	2000	3200	5700	10000	15000	23000	44000	
6	49	94	130	210	360	790	1200	2000	3600	6600	9300	14000	26000	
8	29	59	88	140	270	490	670	1200	2400	4700	6700	11000	19000	
10	19	39	60	100	200	380	540	830	1500	3200	4900	8000	15000	
12	13	27	42	67	140	250	400	620	1200	2500	3600	5600	11000	
14	9	20	31	52	120	200	330	490	960	2000	3000	4600	9700	
16	6,6	15	23	40	90	140	260	400	800	1700	2300	3600	8100	
20	4	8,7	14	25	53	110	170	300	590	1200	1700	2300	5500	
25	2,2	5,1	8,2	15	33	70	110	190	400	830	1100	1900	4900	
30	1,4	3,3	5,2	10	21	47	74	135	270	570	870	1500	3700	
40	0,7	1,6	2,6	4,7	11	24	38	68	150	380	600	1000	2400	
60	0,3	0,6	0,9	1,7	4	9	14	26	47	120	210	370	750	
80	0,1	0,2	0,3	0,8	2	4,8	7	13	30	75	130	240	500	
100	0,06	0,1	0,2	0,5	1	2	4	7	16	37	59	110	230	
200	0,01	0,05	0,07	0,09	0,1	0,4	0,6	1,2	3	6	10	18	41	

	Скорость среднего ветра 50 км/ч												
1	400	730	1000	1600	2900	5200	7300	11000	20000	36000	51000	79000	140000
2	160	300	475	680	1300	2300	3300	5200	9400	17000	24000	38000	69000
4	75	125	190	300	520	960	1400	2200	4000	7500	11000	17000	31000
6	39	80	120	180	330	590	830	1300	2400	4400	6400	10000	19000
8	25	44	79	125	230	430	610	910	1700	3100	4400	7000	13000
10	19	35	49	74	160	320	470	730	1300	2400	3400	5300	9800

Расстоя- ние от центра взрыва, км	Мощность взрыва, тыс. т												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
12	15	28	40	63	120	240	350	560	950	1800	2850	4100	8000
14	11	22	32	51	100	190	280	450	800	1300	2400	3500	6800
16	8,7	18	26	41	80	150	230	370	650	1200	1900	3000	5600
20	5,6	12	18	30	59	110	160	250	440	960	1500	2500	4500
25	3,5	7,4	12	20	40	80	120	190	350	700	950	1700	3400
30	2,3	5	8	14	30	59	90	160	270	520	730	1000	2700
40	1,2	2,6	4,1	7,3	16	34	52	88	180	380	550	900	1800
60	0,5	1	1,6	2,8	6	14	22	39	75	160	260	480	850
80	0,2	0,5	0,6	1,4	3	7	11	20	45	110	170	290	600
100	0,1	0,2	0,4	0,8	1,8	4	7	12	26	57	90	160	330
200	0,04	0,06	0,08	0,1	0,4	0,7	1,1	2	5	11	17	31	70

Скорость среднего ветра 75 км/ч

	Скорость среднего ветра 75 км/ч									
	1200	2200	4000	5500	8500	15000	27000	38000	58000	91000
1	320	570	810	1200	2200	4000	5500	8500	15000	27000
2	140	250	360	560	1000	1800	2600	4000	7300	13000
4	56	100	150	230	430	800	1100	1800	3300	6100
6	37	66	90	140	260	470	680	1100	2000	3700
8	24	47	67	100	180	330	470	740	1400	2600
10	15	33	49	79	140	260	370	560	1000	1900
12	12	21	34	58	100	200	300	470	830	1500
14	10	19	26	43	80	160	250	370	720	1300
16	8,6	16	23	36	68	130	210	300	620	1200
20	6	12	17	27	48	90	140	240	470	860
25	4	8	12	20	37	68	95	150	330	600
30	2,7	5,7	8,7	15	29	55	78	120	250	470
40	1,7	3,2	5	8,5	18	35	52	86	160	340
60	0,7	1,2	2	3,6	8	17	25	43	90	170
80	0,3	0,7	0,8	1,9	4	9	14	24	49	85
100	0,2	0,4	0,5	1	2,4	5	9	15	32	68
200	0,03	0,08	0,1	0,2	0,5	1	1,6	3	7	14
										23
										58000
										29000
										13000
										8600
										5300
										3700
										2700
										1900
										1500
										1000
										8200
										6600
										5400
										4700
										3700
										2700
										2100
										1500
										900
										700
										550
										360
										88

Расстояние от центра взрыва, км	Мощность взрыва, тыс. т												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000

Скорость среднего ветра 100 км/ч

1	270	480	670	1000	1800	3200	4500	6900	12000	22000	31000	47000	83000
2	120	220	310	480	860	1500	2200	3300	6000	11000	15000	23000	42000
4	49	90	125	200	380	690	980	1500	2800	5100	7200	11000	20000
6	31	55	80	120	220	410	590	940	1700	3200	4500	7100	13000
8	22	40	56	85	150	280	410	640	1200	2200	3200	5000	9300
10	16	31	44	67	120	220	310	480	900	1700	2400	3800	7100
12	12	24	35	40	95	170	250	400	710	1300	2000	3000	5900
14	8,5	18	27	37	76	140	200	330	590	1100	1650	2500	5000
16	7,5	13	21	35	62	120	175	270	490	960	1400	2100	3700
20	5,7	10	15	22	48	96	140	220	390	710	1000	1700	3200
25	4	7,6	11	18	31	64	98	160	300	550	800	1300	2600
30	2,9	5,8	8,9	14	26	46	66	110	220	450	650	900	2100
40	1,6	3,5	5,2	8,8	17	33	47	73	130	310	460	650	1500
60	0,7	1,5	2,3	4	9	17	26	43	80	150	210	370	700
80	0,4	0,8	1	2,2	5	10	15	26	52	110	160	270	500
100	0,2	0,4	0,7	1,2	3	6	10	17	35	71	110	180	340
200	0,04	0,07	0,1	0,2	0,6	1	2	4	8	17	27	47	100

Уровни радиации в районе низкого воздушного взрыва ($H = 7 \sqrt[3]{q_m}$) через 1 и после взрыва, р/ч

Расстояние от эпцентра взрыва, м	Мощность взрыва, тыс. т												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
50	60	80	95	110	170	175	180	190	180	160	140	110	73
100	28	47	60	80	120	160	165	180	170	155	125	105	66
200	9	15	20	28	45	60	78	105	120	110	100	83	60
300	2,3	4,7	6,8	10	17	26	36	60	65	70	81	60	50
400	0,9	1,8	2,7	4,2	7	12	17	20	30	40	42	40	33
600	0,17	0,32	0,48	0,8	1,5	2,6	3,6	5	9	12	14	15	15
800	0,035	0,071	0,1	0,17	0,35	0,6	0,9	1,4	2,5	4	5	6	7
1000	$9 \cdot 10^{-3}$	0,02	0,03	0,05	0,09	0,17	0,24	0,4	0,7	1,2	1,5	2	3
1500	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	0,011	0,016	0,026	0,045	0,084	0,11	0,18	0,3

Уровни радиации на оси следа облака низкого воздушного взрыва ($H = 7 \sqrt[3]{q}$ м)
через 1 ч после взрыва (скорость среднего ветра 50 км/ч), р/ч

Мощность взрыва, тыс. т													
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
1	0,009	0,02	0,03	0,05	0,09	0,17	0,24	0,4	0,7	1,2	1,5	2	3
3	0,01	0,007	0,004	0,001	0,0007	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0003
5	0,1	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02	0,005	0,003	0,001	0,0006	<0,0001	<0,0001	<0,0001
8	0,2	0,24	0,26	0,26	0,26	0,22	0,13	0,15	0,09	0,04	0,002	0,01	0,003
10	0,24	0,32	0,39	0,43	0,48	0,5	0,48	0,48	0,32	0,21	0,16	0,1	0,04
15	0,22	0,3	0,42	0,59	0,76	0,95	1,07	1,2	1,26	1,2	1,2	0,98	0,71
25	0,15	0,26	0,35	0,6	0,87	1,3	1,74	2,2	2,8	3,4	3,9	4,8	5,1
50	0,05	0,12	0,17	0,34	0,5	0,9	1,2	2	3	5	6,2	9	13
75	0,02	0,06	0,08	0,18	0,29	0,57	0,83	1,25	2,2	3,8	5,3	8,3	13
100	0,008	0,03	0,04	0,1	0,16	0,36	0,45	0,9	1,6	2,7	4,5	6,8	11
150	0,0002	0,01	0,02	0,03	0,06	0,11	0,2	0,5	0,97	1,9	2,7	4,2	7,5
200	0,0001	0,004	0,008	0,02	0,03	0,08	0,1	0,2	0,6	1	1,6	2,6	5,2

Максимальная концентрация радиоактивных веществ в приземном слое воздуха
в период формирования следа облака взрыва (скорость среднего ветра 50 км/ч), мкюри/л

Мощность взрыва, тыс. т													
Расстояние от центра взрыва, км	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
1	580	850	1 100	1 500	2 500	3 200	4 200	6 000	10 000	13 000	17 800	23 000	38 000
2	190	300	380	540	1 300	1 300	1 700	2 400	3 800	5 400	7 200	10 000	15 000
3	100	170	220	300	480	700	1 000	1 300	2 100	3 200	4 300	6 000	10 000
5	46	70	90	130	200	320	420	630	910	1 600	2 000	2 900	4 200
10	11	17	23	30	54	80	110	160	230	460	500	960	1 100
20	1,9	3,2	4,4	6,3	10	18	24	33	48	100	130	200	380
50	0,084	0,18	0,24	0,25	0,7	1,3	1,9	2,8	5	8	11	18	27
100	0,006	0,011	0,016	0,03	0,055	0,1	0,15	0,25	0,47	0,9	1,3	2,2	3,5
200	—	—	—	—	0,0039	0,006	0,011	0,019	0,038	0,07	0,1	0,17	0,31

Примечание. Вблизи центра взрыва значительную долю выпадающих на местность радиоактивных частиц составляют крупные частицы, которые не следуют за воздушными потоками и практически не могут попасть в органы дыхания и воздухозаборные устройства; учет доли активности таких частиц производится по специальной методике.

скатах возвышенностей наблюдаются более высокие уровни радиации, а на противоположных скатах — меньшие, чем на равнинной местности. На небольших возвышенностях (высотой 30—70 м) уровень радиации на переднем скате может увеличиться, а на обратном уменьшиться в 1,8—2 раза. На дне канав, воронок и других углублений доза может быть до двух раз меньше, чем на равнинной открытой местности. Значительно большая неравномерность степени радиоактивного заражения местности может наблюдаться в горных районах.

Знание особенностей радиоактивного заражения на пересеченной местности позволяет выбрать маршрут движения или участок местности для расположения подразделения так, что полученная личным составом доза радиации будет на 20—30%, а иногда и на 50% меньше дозы на равнинной местности.

Лесные массивы. Уровни радиации в лесных массивах, как правило, в два — три раза меньше, чем на безлесной местности. Это объясняется тем, что выпадающая из облака взрыва радиоактивная пыль распределяется по объему крон деревьев, а излучение частично экранируется деревьями.

§ 11. Электромагнитный импульс

Причины возникновения электромагнитного импульса. В главе II указывалось, что при ядерном взрыве испускается огромное количество мгновенных гамма-квантов и нейтронов. Часть из них поглощается оболочкой боеприпаса, а остальные выходят в окружающую среду и взаимодействуют с ее атомами.

При взаимодействии гамма-квантов с атомами среды последним сообщается импульс энергии, небольшая доля которой тратится на ионизацию атома, а основная — на сообщение поступательного движения электронам и ионам, образовавшимся в результате ионизации. Ввиду того что электрону сообщается значительно больше энергии, чем иону, а также вследствие большой разницы в массе, электроны обладают более высокой скоростью по сравнению с ионами. Можно считать, что ионы практически остаются на месте, а электроны удаляются от них со скоростями, близкими к скорости света. Эти электроны принято называть первичными. Первичные (быстрые) электроны движутся в радиальном направлении от центра взрыва и образуют радиальные электрические токи и поля (рис. III-37), быстро нарастающие во времени.

Обладая большой энергией, быстрые электроны производят дальнейшую ионизацию среды. Каждый быстрый электрон способен образовать до 30 000 вторичных (медленных) электронов и положительных ионов. Под действием электрического поля, созданного первичными электронами и ионами, вторичные электроны начинают двигаться к центру взрыва, т. е. противоположно направлению движения быстрых электронов, и вместе со вторичными по-

ложительными ионами создают электрические поля и токи, компенсирующие первоначальные электрические поля и токи.

Поскольку скорость движения вторичных электронов намного меньше скорости первичных электронов, процесс компенсации первичных электрических полей и токов длится значительно дольше, чем процесс их возникновения. В результате указанных процессов в воздухе возникают кратковременные результирующие электриче-

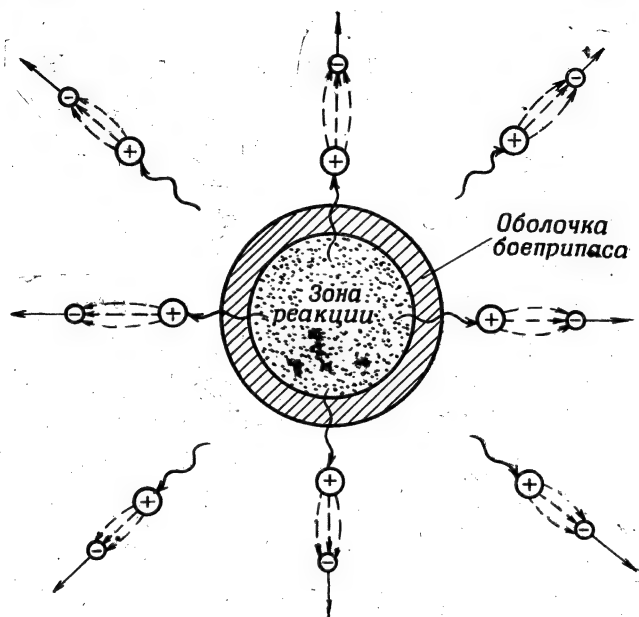


Рис. III-37. Возникновение первичных электрических полей и токов в результате взаимодействия гамма-квантов с атомами среды

ские и магнитные поля, которые и представляют собой электромагнитный импульс ядерного взрыва (сокращенно ЭМИ).

Нейтроны, прошедшие через оболочку ядерного боеприпаса, захватываются атомами азота воздуха, создавая при этом захватное гамма-излучение. Захватное гамма-излучение взаимодействует с атомами среды аналогично мгновенному гамма-излучению и способствует поддержанию электрических полей и токов; оно длится несколько десятых долей секунды после взрыва и является поэтому одним из основных факторов, определяющих длительность электромагнитных явлений, сопровождающих ядерный взрыв.

Процессы взаимодействия гамма-квантов, нейтронов и быстрых электронов со средой совершаются не по всем направлениям одинаково: всегда существуют направления, по которым они идут менее энергично или охватывают меньший объем пространства. Это различие может проистекать из-за несимметричности конструкции

ядерного боеприпаса, неоднородной плотности воздуха в окружающем ядерный боеприпас пространстве, наличия поверхности земли на пути распространения гамма-лучей и нейтронов, влияния на направление движения электронов электрического и магнитного полей Земли и т. д. Вследствие этих причин электромагнитные поля теряют свою сферическую симметрию и приобретают определенную направленность. Например, при наземном взрыве электрическое поле у поверхности земли направлено преимущественно вертикально.

Среди других факторов, вызывающих появление электромагнитного импульса ядерного взрыва, можно назвать такие, как осколочное гамма-излучение, электрические явления, возникающие в результате нагрева грунта в эпицентре взрыва, непосредственная электризация грунта, металлических предметов, проводов, кабелей при облучении их потоками нейтронов и гамма-квантов и целый ряд других. В зависимости от условий, в которых осуществляется ядерный взрыв, вклад каждого из процессов в образование ЭМИ, естественно, меняется; вследствие этого меняются и параметры электромагнитного импульса.

Основные параметры электромагнитного импульса. Основными параметрами электромагнитного импульса, определяющими его поражающее действие, являются характер изменения напряженности электрического и магнитного полей во времени (форма импульса) и величина максимальной напряженности поля (амплитуда импульса).

Электромагнитный импульс наземного ядерного взрыва на расстоянии до нескольких километров от центра взрыва представляет собой одиночный сигнал с крутым передним фронтом и длительностью в несколько десятков миллисекунд. Энергия ЭМИ распределена в широком диапазоне частот от десятков герц до нескольких мегагерц. Однако высокочастотная часть спектра содержит незначительную долю энергии импульса; основная же часть его энергии приходится на частоты до 30 кгц.

Амплитуда электромагнитного импульса в указанной зоне может достигать очень больших величин, составляя в воздухе тысячи вольт на метр для взрывов боеприпасов малого калибра и десятки тысяч вольт на метр для взрывов боеприпасов крупного калибра. В грунте амплитуда ЭМИ может достигать соответственно до сотен и тысяч вольт на метр.

Поскольку амплитуда электромагнитного импульса быстро уменьшается с увеличением расстояния, ЭМИ наземного ядерного взрыва является поражающим фактором только на расстоянии нескольких километров от центра взрыва; на больших расстояниях он оказывает только кратковременное мешающее воздействие на работу радиотехнической аппаратуры.

Для низкого воздушного взрыва параметры электромагнитного импульса в основном остаются такими же, как и для наземного

взрыва, но с увеличением высоты взрыва амплитуда импульса уменьшается.

Амплитуда электромагнитного импульса подземного и подводного взрывов значительно меньше амплитуды ЭМИ при взрывах в атмосфере, поэтому поражающее действие его при подземном и подводном взрывах практически не проявляется.

ВОПРОСЫ

1. Начертите график изменения давления в фиксированной точке пространства при прохождении ударной волны. Укажите на графике момент прохождения фронта волны, фазу сжатия и фазу разрежения.
2. Сформулируйте закон подобия при взрывах. Назовите, какие задачи можно решать с помощью этого закона.
3. В чем различие в характере распространения ударной волны при наземном и воздушном ядерных взрывах? Что такое головная ударная волна?
4. Как изменяется поражающее действие ударной волны с изменением высоты взрыва?
5. Рассмотрите процесс взаимодействия ударной волны с наземным сооружением и укажите, какие при этом возникают нагрузки.
6. Что такое волна сжатия и чем она отличается от воздушной ударной волны?
7. Что называется световым импульсом и в каких единицах он выражается?
8. Какова роль прямого и рассеянного излучений в поражающем действии светового излучения ядерного взрыва?
9. Какие предметы могут служить защитой от светового излучения?
10. Как влияют свойства материала (теплопроводность, теплоемкость, цвет, прозрачность) на степень его повреждения световым излучением?
11. Что представляет собой проникающая радиация и сколько времени продолжается ее действие на объект?
12. В результате каких процессов происходит ослабление гамма-излучения и нейтронов ядерного взрыва при распространении их в воздухе? Как влияет ударная волна на распространение гамма-излучения?
13. Что такое рентген и биологический эквивалент рентгена? В каких единицах измеряется суммарная доза проникающей радиации?
14. Какие материалы лучше ослабляют гамма-излучение, а какие — нейтроны? Приведите значения слоев половинного ослабления для грунта, дерева, бетона, брони.
15. Во сколько раз ослабляют поток проникающей радиации траншеи, блиндажи, убежища? Какую защиту от проникающей радиации дают рельеф местности и лес?
16. В чем заключаются особенности радиоактивного заражения как поражающего фактора?
17. Какие источники обуславливают радиоактивное заражение местности?
18. От чего зависят характер и степень радиоактивного заражения местности в районе взрыва?
19. Какими единицами измеряется степень радиоактивного заражения местности, поверхностей объектов и воздуха?
20. От каких факторов зависят конфигурация и размеры следа радиоактивного облака и степень заражения местности на следе?
21. Дайте определение электромагнитного импульса ядерного взрыва.
22. Каковы физические причины возникновения электромагнитного импульса при ядерном взрыве?
23. Назовите основные параметры электромагнитного импульса.



Рис. IV-6. Реактивный истребитель, получивший сильные повреждения

Ракетная техника по устойчивости к воздействию ударной волны ядерного взрыва близка к авиационной. Слабые повреждения крылатых ракет оперативно-тактического назначения наблюдаются при избыточном давлении ударной волны $0,25—0,35 \text{ кг/см}^2$, а баллистических ракет — при несколько меньшем давлении.

При слабых повреждениях у ракет происходит местное обжатие корпуса, могут выйти из строя отдельные приборы и агрегаты.

При средних и сильных повреждениях, которые могут быть вызваны как непосредственным воздействием избыточного давления, так и в результате опрокидывания ракеты, подготовленной к старту, наблюдается сильное обжатие и повреждение корпуса во многих местах с поломкой силовых элементов конструкций, повреждение системы автоматики и управления (рис. IV-7 и IV-8).

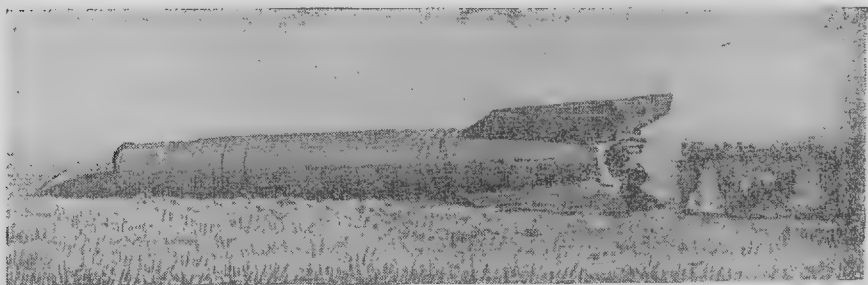


Рис. IV-7. Ракета, упавшая со стартового стола и получившая сильные повреждения

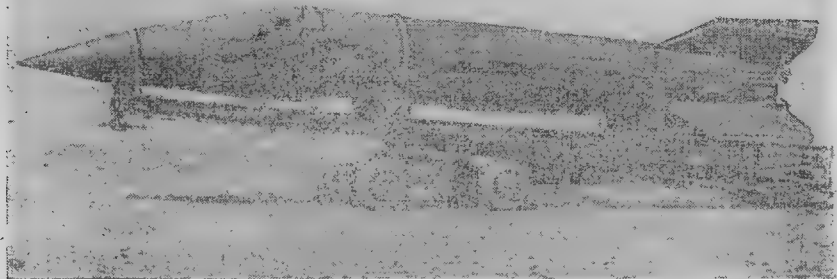


Рис. IV-8. Ракета, получившая сильные повреждения в результате воздействия избыточного давления ударной волны

Танки являются наиболее прочным видом боевой техники. Они не только хорошо сами противостоят поражающему действию взрыва, но и защищают экипаж, уменьшая радиус зоны его поражения.

Танки получают слабые повреждения при избыточном давлении ударной волны $0,35—0,55 \text{ кг/см}^2$. Средние повреждения танков при наземных взрывах наблюдаются при давлении $2—4 \text{ кг/см}^2$, а при низких воздушных взрывах — при давлении около 1 кг/см^2 . Сильные повреждения танков происходят при давлении $4—6 \text{ кг/см}^2$, а для полного разрушения необходимо давление $10—20 \text{ кг/см}^2$.

При слабом повреждении танков характерны срыв зенитных пулеметов, срыв или деформация крыльев, фар, сигналов, наружных ящиков и баков, повреждение оптических приборов и защитных стекол прицелов. При среднем повреждении происходит срыв зе-

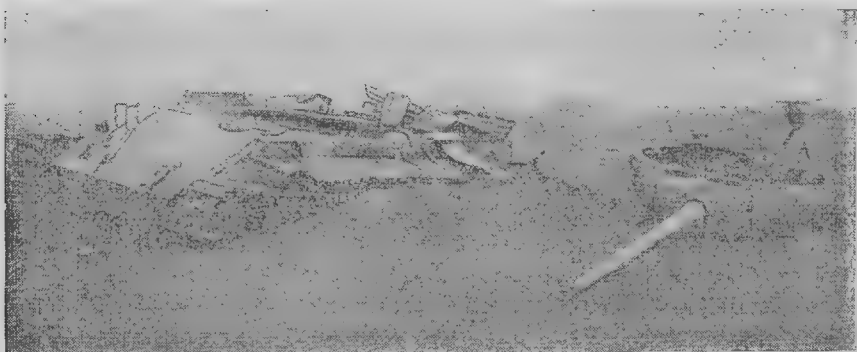


Рис. IV-9. Полное разрушение среднего танка

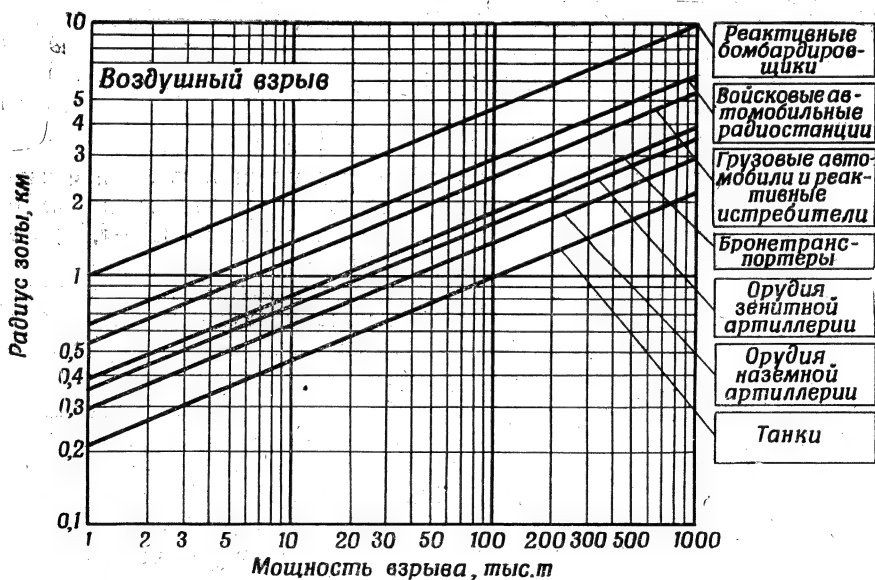
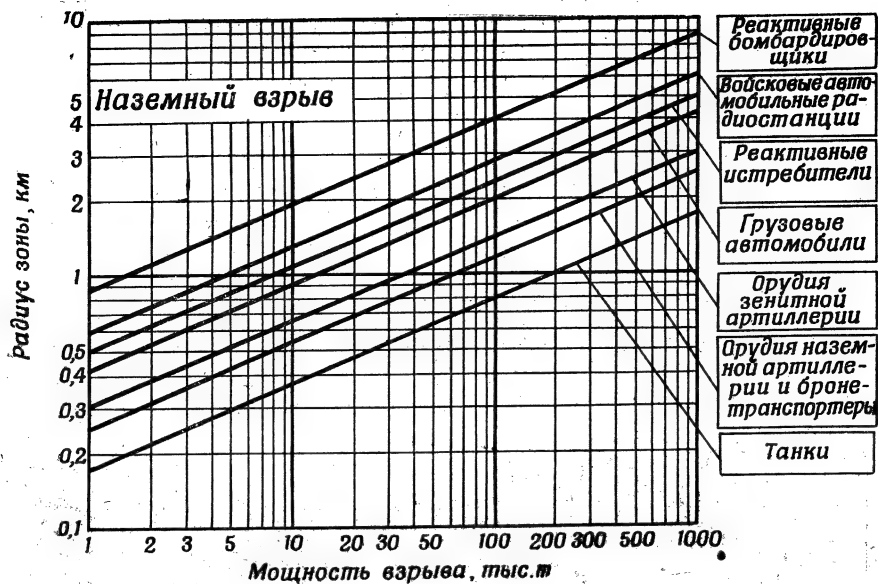


Рис. IV-14. График для определения радиусов зон выхода из строя некоторых видов боевой техники при наземном и воздушном ядерных взрывах

Радиусы зон выхода из строя боевой техники и вооружения при ядерных взрывах, км

Наименование боевой техники и вооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000

Ракетная и авиационная техника

Баллистические ракеты оперативно-тактического назначения	Н	0,6	0,75	0,86	1	1,3	1,6	1,85	2,2	2,8	3,5	4	4,75	6
	В	0,68	0,86	0,98	1,15	1,45	1,85	2,1	2,5	3,15	4	4,6	5,4	6,8
Крылатые ракеты оперативно-тактического назначения и реактивные истребители	Н	0,5	0,63	0,72	0,85	1,1	1,35	1,55	1,85	2,3	2,9	3,35	4	5
	В	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
Реактивные бомбардировщики и реактивные транспортные самолеты	Н	0,88	1,1	1,25	1,5	1,9	2,4	2,75	3,25	4,1	5,15	5,9	7	8,8
	В	1	1,25	1,45	1,7	2,15	2,7	3,1	3,65	4,6	5,8	6,65	7,85	10
Поршневые транспортные самолеты, самолеты связи и вертолеты	Н	1,4	1,75	2	2,4	3	3,8	4,35	5,15	6,5	8,2	9,4	11	14
	В	1,6	2	2,3	2,75	3,45	4,35	5	5,9	7,4	9,35	10,5	12,5	16

Артиллерийское вооружение

Орудия наземной и атомной артиллерии	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Орудия зенитной артиллерии	Н	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Минометы	Н	0,23	0,29	0,33	0,39	0,49	0,62	0,7	0,84	1,05	1,35	1,5	1,8	2,3
	В	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5

Наименование боевой техники и вооружения	Мощность взрыва, тыс. г												
	Вид взрыва												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000

Бронетанковая и автогусеничная техника

Тяжелые и средние танки	Н	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
	В	0,21	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1	1,25	1,45	1,7	2,1
Легкие танки и самоходно-артиллерийские установки	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Бронетранспортеры	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,38	0,48	0,55	0,65	0,82	1,05	1,2	1,4	1,75	2,25	2,55	3	3,8
Грузовые автомобили и автоцистерны	Н	0,42	0,53	0,61	0,72	0,9	1,15	1,3	1,55	1,95	2,45	2,8	3,35	4,2
	В	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
Автобусы и специальные автомобили с кузовами автобусного типа	Н	0,6	0,75	0,86	1	1,3	1,6	1,85	2,2	2,8	3,5	4	4,75	6
	В	0,63	0,79	0,91	1,1	1,35	1,7	1,95	2,3	2,9	3,7	4,2	5	6,3
Гусеничные тракторы	Н	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,6	2	2,3	2,7	3,4
	В	0,39	0,49	0,56	0,67	0,84	1,05	1,2	1,45	1,8	2,3	2,6	3,1	3,9
Гусеничные артиллерийские тягачи	Н	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	В	0,51	0,64	0,73	0,87	1,1	1,4	1,6	1,9	2,35	3	3,4	4,05	5,1

Стрелковое оружие и гранатометы

Винтовки, карабины, автомат, ручные пулеметы и ручные гранатометы	Н	0,26	0,33	0,38	0,45	0,57	0,71	0,82	0,97	1,2	1,55	1,75	2,1	2,6
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3

Мощность взрыва, тыс. 7

Наименование боевой техники и вооружения

Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. 7												
	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000

Станковые и крупнокалиберные пулеметы

Станковые гранатометы

Радиолокационная техника и средства связи

Радиолокационные станции оружейной наводки

Войсковые автомобильные радиостанции

Переносные радиостанции

Телефонно-телеграфная аппаратура

Постоянные воздушные линии связи

Шестовые линии связи

Наземные кабельные линии

Н	0,35	0,44	0,5	0,6	0,75	0,95	1,1	1,3	1,65	2,05	2,35	2,8	3,5
	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
В	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Н	0,43	0,54	0,62	0,73	0,93	1,15	1,35	1,6	2	2,5	2,9	3,4	4,3
	0,5	0,63	0,72	0,85	1,1	1,35	1,55	1,85	2,3	2,9	3,35	4	5
Н	0,6	0,75	0,86	1	1,3	1,6	1,85	2,2	2,8	3,5	4	4,75	6
	0,63	0,79	0,91	1,1	1,35	1,7	1,95	2,3	2,9	3,7	4,2	5	6,3
Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Н	0,32	0,4	0,46	0,55	0,69	0,87	1	1,2	1,5	1,85	2,15	2,55	3,2
	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Н	0,31	0,39	0,44	0,53	0,66	0,84	0,96	1,15	1,45	1,8	2,05	2,45	3,1
	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Н	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
Н	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	0,51	0,64	0,73	0,87	1,1	1,4	1,6	1,9	2,35	3	3,4	4,05	5,1

Наименование боевой техники и вооружения	Мощность взрыва, тыс. г														
	Вид взрыва		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000

Имущество войск

Металлическая тара с горючим и смазочными материалами	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Деревянная тара со смазочными материалами	Н	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Продовольствие и фураж в мягкой таре и фанерных ящиках	Н	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,6	2	2,3	2,7	3,4
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Продовольствие и фураж в деревянных бочках	Н	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
	В	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
Продовольствие и фураж в металлических бочках	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3

Радиусы зон выхода из строя при ядерных взрывах жилых зданий, промышленных сооружений, сетей коммунального хозяйства, подвальных убежищ и мостов, км

Наименование сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30 \	50	100	200	300	500	1000
Многоэтажные кирпичные здания	Н	0,84	1,05	1,2	1,45	1,8	2,3	2,6	3,1	3,9	4,9	5,65	6,7	8,4
	В	0,95	1,2	1,35	1,6	2	2,6	3	3,5	4,4	5,5	6,35	7,55	9,5
Малоэтажные кирпичные здания	Н	0,69	0,87	1	1,2	1,5	1,85	2,15	2,55	3,2	4	4,6	5,5	6,9
	В	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	2	2,35	2,8	3,5	4,4	5	6	7,5
Деревянные дома	Н	1,1	1,4	1,6	1,9	2,4	3	3,4	4,05	5,2	6,45	7,35	8,7	11
	В	1,4	1,75	2	2,4	3	3,8	4,35	5,15	6,5	8,2	9,4	11	14
Промышленные здания с тяжелым металлическим и железобетонным каркасом	Н	0,4	0,5	0,57	0,68	0,85	1,1	1,25	1,45	1,85	2,3	2,65	3,15	4
	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Промышленные здания с легким металлическим каркасом и здания бескаркасной конструкции	Н	0,54	0,68	0,78	0,92	1,15	1,5	1,7	2	2,5	3,15	3,6	4,3	5,4
	В													
Подвальные убежища для населения (типа убежищ III класса)	Н	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
	В	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,9	1,1
Сети коммунального хозяйства (водопровод, канализация, газопровод)	Н	0,1	0,13	0,14	0,17	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1
	В	0,07	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,32	0,4	0,46	0,54	0,7

Мощность взрыва, тис. 7

Наименование сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Деревянные низководные мосты	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Наплавные мосты из табельных парков и паромы	Н	0,27	0,35	0,4	0,47	0,59	0,75	0,85	1	1,25	1,6	1,85	2,2	2,7
	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Металлические мосты с длиной пролета 30—45 м	Н	0,23	0,29	0,33	0,39	0,49	0,62	0,7	0,84	1,05	1,35	1,5	1,8	2,3
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Металлические мосты с длиной пролета 100 м и более	Н	0,31	0,39	0,44	0,53	0,66	0,84	0,96	1,15	1,45	1,8	2,05	2,45	3,1
	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Железобетонные мосты с длиной пролета 20 м	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,19	0,24	0,27	0,32	0,4	0,5	0,58	0,68	0,86	1,1	1,25	1,5	1,9
Подвижной железнодорожный состав	Н	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,65	2,1	2,4	2,85	3,6
	В	0,39	0,49	0,56	0,67	0,84	1,05	1,2	1,45	1,8	2,3	2,6	3,1	3,9

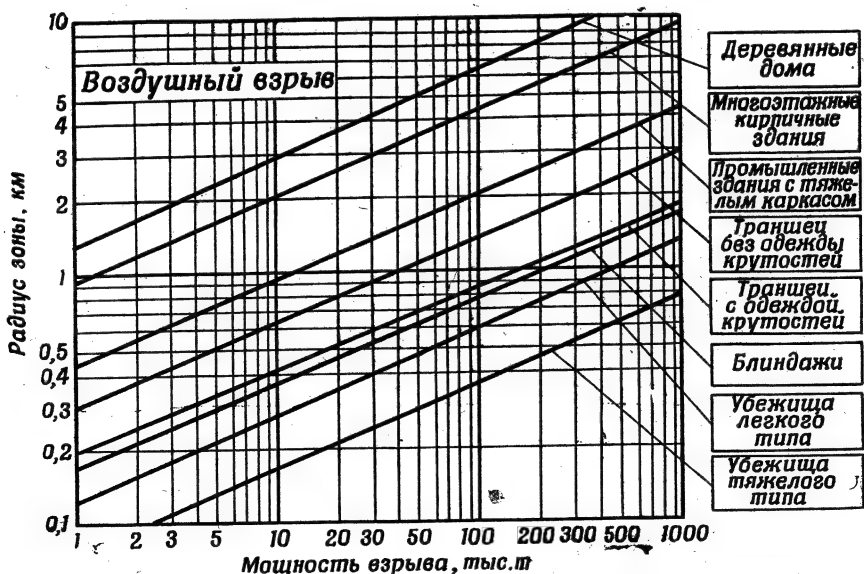
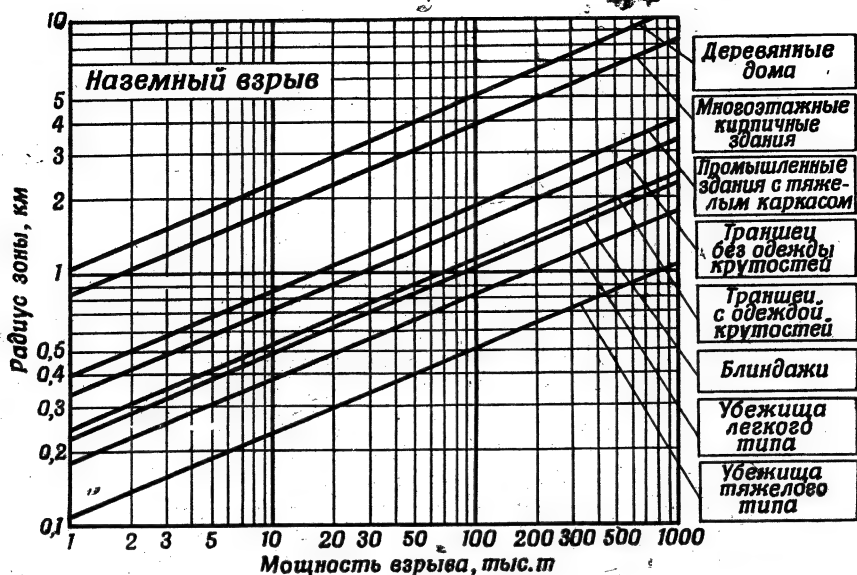


Рис. IV-25. График для определения радиусов зон выхода из строя промышленных, гражданских зданий и фортификационных сооружений при наземном и воздушном ядерных взрывах

Радиусы зон выхода из строя при ядерных взрывах фортификационных сооружений, км

Наименование сооружения	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Траншеи (открытые щели) без одежды крутостей полного профиля	Н	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,6	2	2,3	2,7	3,4
	В	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,1	1,4	1,75	2	2,4	3
Траншеи (открытые щели) с одеждой крутостей полного профиля	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,19	0,24	0,27	0,32	0,4	0,5	0,58	0,68	0,86	1,1	1,25	1,5	1,9
Перекрытые щели	Н	0,31	0,39	0,44	0,53	0,66	0,84	0,96	1,15	1,45	1,8	2,05	2,45	3,1
	В	0,26	0,33	0,38	0,45	0,57	0,71	0,82	0,97	1,2	1,55	1,75	2,1	2,6
Блиндажи	Н	0,23	0,29	0,33	0,39	0,49	0,62	0,7	0,84	1,05	1,35	1,5	1,8	2,3
	В	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
Убежища легкого типа	Н	0,18	0,23	0,26	0,31	0,39	0,49	0,56	0,66	0,83	1,05	1,2	1,45	1,8
	В	0,13	0,16	0,18	0,22	0,27	0,35	0,4	0,47	0,59	0,74	0,85	1	1,3
Дерево-земляные огневые и наблюдательные сооружения	Н	0,25	0,32	0,36	0,43	0,54	0,68	0,78	0,93	1,15	1,45	1,7	2	2,5
	В	0,19	0,24	0,27	0,32	0,4	0,5	0,58	0,68	0,86	1,1	1,25	1,5	1,9
Убежища тяжелого типа	Н	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,9	1,1
	В	0,08	0,1	0,11	0,13	0,17	0,21	0,24	0,29	0,36	0,46	0,52	0,61	0,8
Долговременные сооружения	Н	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,24	0,27	0,32	0,4	0,51	0,58	0,69	0,9
	В	0,06	0,08	0,09	0,1	0,12	0,16	0,19	0,22	0,26	0,35	0,4	0,48	0,6

Размеры воронки зависят от мощности взрыва и свойств грунта. Диаметр и глубина воронки, образующейся в мягких грунтах (суглинок, супесь), приведены в табл. IV-15; в скальных грунтах (песчаник, известняк, гранит) размеры воронки уменьшаются примерно в 1,2 раза.

Таблица IV-15

Размеры воронки в мягких грунтах при наземном взрыве, м

Мощность взрыва, тыс. т	Размеры воронки		Мощность взрыва, тыс. т	Размеры воронки	
	диаметр	глубина		диаметр	глубина
1	34	5	50	105	16
2	40	6	100	130	19
3	46	7	200	160	24
5	54	8	300	180	27
10	66	10	500	220	35
20	80	12	1000	260	40
30	90	14			

Вблизи центра взрыва поверхностный слой земли оплавляється, превращаясь в стекловидный шлак.

На значительных расстояниях от центра взрыва наблюдаются вспучивания и трещины в грунте. Вспучивания и трещины в мягких грунтах образуются в результате выхода на поверхность земли волны, отраженной от подстилающих эти грунты скальных пород. При выходе отраженной волны на поверхность образуется волна разрежения и в грунте возникают растягивающие усилия, приводящие к отколу его верхнего слоя.

При воздушном взрыве воронка в грунте не образуется, однако разрыхление и вспучивание грунта выражены более сильно.

Ядерный взрыв оказывает сильное воздействие также и на лесные массивы (рис. IV-27). В результате действия воздушной ударной волны лес может быть полностью или частично уничтожен на больших расстояниях от центра (эпицентра) взрыва. При этом в районе взрыва образуется зона, лишенная всякой растительности, а за ней — зоны сплошных и частичных завалов, являющихся серьезным препятствием для передвижения войск. В этих зонах деревья оказываются поваленными, стволы их сломанными у самого основания или вырванными из земли с корнями. В районе эпицентра воздушного взрыва может сохраниться часть деревьев, с которых полностью срывается крона.

Степень повреждения леса зависит от породы и возраста деревьев: дуб, например, менее устойчив к воздействию ударной волны, чем осина и сосна; спелый лес разрушается на больших расстояниях от эпицентра взрыва, чем молодой.

Ориентировочные размеры зон разрушения спелогр леса при ядерных взрывах, км

Название зоны	Размер зоны	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
			1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Зона полного раз- рушения	Радиус	Н	0,4	0,5	0,57	0,7	0,85	1,1	1,25	1,4	1,8	2,3	2,65	3,1	4
	В	В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,6	2,1	2,6	3	3,6	4,5
Зона сплошных за- валов (разрушена большая часть дере- вьев — около 60%)	Радиус	Н	0,5	0,63	0,72	0,85	1,1	1,4	1,55	1,8	2,3	2,9	3,35	4	5
	Ширина	В	0,1	0,13	0,15	0,15	0,25	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1
Зона частичных за- валов (разрушено около 30% деревьев)	Радиус	Н	0,55	0,7	0,8	0,95	1,2	1,5	1,7	2	2,6	3,2	3,7	4,4	5,5
	Ширина	В	0,1	0,13	0,15	0,18	0,23	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1
	Радиус	Н	0,7	0,9	1	1,2	1,5	1,9	2,1	2,6	3,2	4,1	4,6	5,6	7
	Ширина	В	0,2	0,27	0,28	0,35	0,4	0,5	0,55	0,8	0,9	1,2	1,25	1,6	2
	Радиус	Н	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	2	2,35	2,8	3,5	4,4	5	6	7,5
	Ширина	В	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,65	0,8	0,9	1,2	1,3	1,6	2

Примечание. На 1 м² зоны сплошных завалов количество разрушенной древесины составляет примерно 0,02 м³, а в зоне частичных завалов — 0,01 м³. Количество разрушенной древесины в молодом лесу уменьшается в два раза.

Ориентировочные размеры зон возникновения пожаров в смешанном лесу в сухую погоду, км

Наименование зоны	Размер зоны	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. г												
			1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Зона сплошных по- жаров	Радиус внешней границы	Н В	— 0,55	— 0,7	— 0,8	— 1	— 1,3	— 1,7	— 2	— 2,4	— 3,2	2,4 4	2,8 4,7	3,4 5,7	4,4 7,2
	Радиус внутрен- ней гра- ницы	Н В	— 0,45	— 0,57	— 0,65	— 0,77	— 0,97	— 1,2	— 1,4	— 1,6	— 2,1	2,3 2,6	2,7 3	3,1 3,6	4 4,5
	Шири- на зоны	Н В	— 0,1	— 0,13	— 0,15	— 0,23	— 0,33	— 0,5	— 0,6	— 0,8	— 1,1	0,1 1,4	0,1 1,7	0,3 2,1	0,4 2,7
	Радиус внешней границы	Н В	0,7 1,1	0,9 1,4	1,05 1,6	1,3 1,9	1,7 2,5	2,1 3,2	2,4 3,6	2,9 4,2	3,6 5,5	4,7 7,2	5,4 8,2	6,5 10	8,3 12
Зона отдельных по- жаров	Радиус внутрен- ней гра- ницы	Н В	0,4 0,55	0,5 0,7	0,57 0,82	0,7 1	0,85 1,3	1,1 1,7	1,25 2	1,4 2,4	1,8 3,2	2,6 4	3 4,6	3,45 5,6	4,4 7,2
	Шири- на зоны	Н В	0,3 0,55	0,4 0,7	0,48 0,78	0,6 0,9	0,85 1,2	1 1,5	1,15 1,6	1,5 1,8	1,8 2,3	2,1 3,2	2,4 3,6	3,05 4,4	3,9 4,8

Примечание. Прочерки означают, что зона сплошных пожаров не образуется вследствие полного разрушения леса воздушной ударной волной.

пожаров примерно в 1,2 раза меньше, а в лиственном — во столько же больше, чем в смешанном лесу. При дожде пожары в лесу практически не возникают.

§ 22. Поражающее действие электромагнитного импульса и способы защиты от него

В результате воздействия электромагнитного импульса на проводные и кабельные линии в них наводятся электрические напряжения. Под действием этих напряжений может происходить пробой изоляции кабелей, повреждение входных элементов аппаратуры, подключенной к воздушным и подземным линиям (пробой трансформаторов связи, выход из строя разрядников, поломка подвижных частей электромеханических реле малой мощности, порча полупроводниковых приборов, конденсаторов, сопротивлений и т. д.), а также выгорание плавких вставок, включенных в линии для защиты аппаратуры.

Наиболее подвержены воздействию ЭМИ ядерного взрыва системы связи, сигнализации и управления. Применяемые в этих системах кабели и аппаратура имеют электрическую прочность по постоянному напряжению не более 2—4 кв. Учитывая, что ЭМИ ядерного взрыва является кратковременным, предельную электрическую прочность оборудования этих систем без средств защиты можно считать более высокой — примерно 8—10 кв.

Таблица IV-18

Ориентировочные расстояния, км, на которых напряжение, наводимое на антеннах и воздушных кабельных линиях, превышает 10 и 50 кв

Мощность взрыва, тыс. т	Наводимое напряжение, кв	
	более 10	более 50
1	2	1
10	2,5	1,3
100	3	1,5
1000	3,3	1,7

Таблица IV-19

Ориентировочные расстояния, км, на которых напряжение, наводимое на подземных кабельных линиях, превышает 10 и 50 кв

Мощность взрыва, тыс. т	Наводимое напряжение, кв	
	более 10	более 50
1	1,1	0,4
10	1,6	0,6
100	2	0,7
1000	2,4	0,9

В табл. IV-18 и IV-19 приведены расстояния, на которых в антеннах и кабельных линиях в момент ядерного взрыва наводятся опасные для аппаратуры напряжения. На больших расстояниях воздействие ЭМИ оказывается аналогичным воздействию не очень далекого разряда молнии и не вызывает повреждения аппаратуры.

Если в пределах зон, указанных в табл. IV-18 и IV-19, будут

проходить протяженные линии, то возникающие в них напряжения распространяются на многие километры за пределы зоны и могут повреждать входные цепи аппаратуры на удаленных участках линий.

Линии электропередачи и их оборудование в большинстве случаев рассчитываются на напряжение, измеряемое десятками и сотнями киловольт. Поэтому они являются более стойкими к воздействию ЭМИ ядерного взрыва, чем системы связи, сигнализации и управления.

Наибольшую опасность электромагнитный импульс представляет для аппаратуры особо прочных сооружений, выдерживающих большие механические нагрузки от действия ударной волны ядерного взрыва. В этих сооружениях ЭМИ может вывести из строя всю незащищенную аппаратуру систем сигнализации и управления. Наибольшей величины достигают напряжения, наводимые между проводом и землей, поэтому все наружные линии связи, управления и сигнализации должны быть двухпроводными, хорошо изолированными от земли. Напряженность электромагнитного поля внутри сооружений недостаточна для того, чтобы вывести из строя аппаратуру, однако такое поле в состоянии вызвать кратковременный сбой работы радиотехнических устройств.

Воздействие электромагнитного импульса на аппаратуру, наружные и внутренние линии резко снижается в случае **применения специальных мер защиты.**

Наиболее эффективным способом защиты радиоэлектронной аппаратуры, расположенной в сооружениях, является использование электропроводящих (металлических) экранов, которые в значительной мере снижают величины напряжений, наводимых на внутренних проводах и кабелях.

Для защиты аппаратуры, подключенной к протяженным наружным линиям, рекомендуются следующие меры (рис. IV-28).

Использование симметричных двухпроводных линий. В двухпроводной линии величины напряжений между проводами определяются в основном различием емкости каждого провода (емкостной асимметрией) относительно земли. Симметрирование линий по емкости позволяет снизить в десятки и сотни раз разность напряжения между проводами по сравнению с напряжением относительно земли. Однако необходимо учитывать, что в двухпроводной линии напряжение относительно земли будет столь же высоким, как и в однопроводной цепи.

Применение экранированных кабелей или прокладка кабелей в металлических трубах. Более рациональным при этом является использование кабелей с высоким коэффициентом экранирования и высокой электрической и механической прочностью, так как прокладка кабелей значительной протяженности в трубах приводит к большим трудностям.

Применение средств защиты, аналогичных грозозащитным средствам: разрядников с дренажными и за-

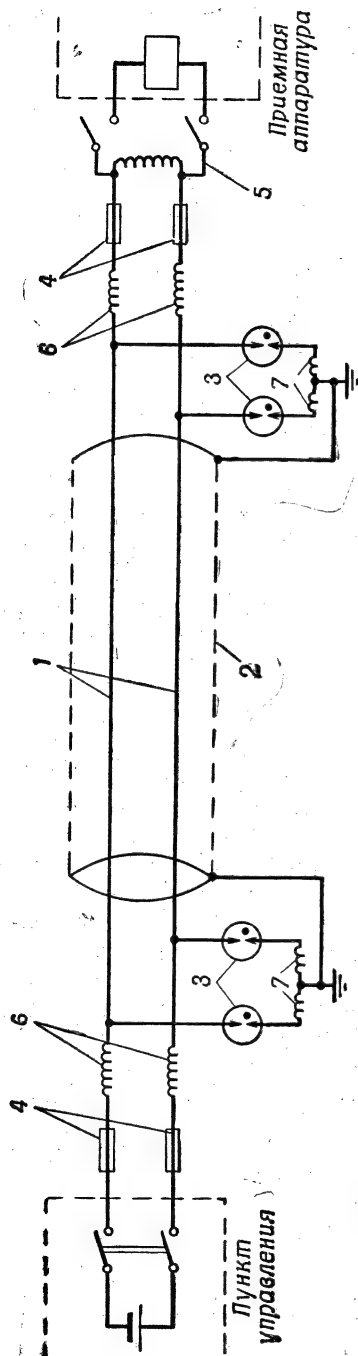


Рис. IV-28. Меры защиты аппаратуры линий связи, управления и сигнализации от воздействия электромагнитного импульса:

1 — двухпроводная линия; 2 — экран кабеля; 3 — разрядники; 4 — плавкие вставки с автоматическим восстановлением; 5 — устройство, отключающее аппаратуру в нерабочий период; 6 — запирающие катушки; 7 — дренажные катушки

пирающими катушками, плавких вставок, развязывающих устройств, схем автоматического отключения аппаратуры от линии. При выборе защитных устройств следует учитывать, что воздействие ЭМИ характеризуется массовостью, т. е. одновременным срабатыванием защитных средств во всех цепях, оказавшихся в районе взрыва. Поэтому применяемые схемы защиты должны автоматически восстанавливать работоспособность цепей немедленно после прекращения действия ЭМИ.

Поскольку наведенные напряжения могут распространяться по кабельным и воздушным линиям на десятки километров и вызывать повреждение аппаратуры далеко за пределами района взрыва, входные цепи аппаратуры должны быть защищены указанными выше способами во всех случаях и даже тогда, когда взрыв в районе данного объекта не ожидается.

Устойчивость аппаратуры к воздействию напряжений, возникающих в линиях при ядерном взрыве, в сильной степени зависит от правильной эксплуатации линий и тщательного контроля исправности средств защиты. К важным требованиям эксплуатации относится периодическая и своевременная проверка электрической прочности изоляции линий и входных цепей аппаратуры, своевременное выявление и устранение возникших заземлений проводов, контроль исправности разрядников, плавких вставок и т. п.

§ 23. Особенности поражающего действия ядерных взрывов мощностью менее 1 тыс. т

При взрывах мощностью менее 1 тыс. т (боеприпасы сверхмалого калибра) основным поражающим фактором, определяющим выход из строя личного состава, расположенного вне укрытий, в танках и открытых фортификационных сооружениях, является проникающая радиация; действие на личный состав ударной волны и светового излучения проявляется на меньших расстояниях от эпицентра взрыва. Размеры зон радиоактивного заражения местности при этих взрывах также невелики, поэтому при преодолении их личный состав, как правило, не получит доз радиации, выводящих его из строя.

Радиусы зон выхода из строя личного состава, расположенного в фортификационных сооружениях закрытого типа, как и при взрывах большей мощности, зависят от прочности этих сооружений и определяются радиусами их средних разрушений ударной волной.

Результаты взрывов ядерных боеприпасов мощностью менее 1 тыс. т. будут использоваться войсками, как правило, немедленно после нанесения ударов по объектам противника, так как эти взрывы осуществляются в основном в интересах частей и подразделений. Поэтому эффективность поражающего действия таких взрывов целесообразно оценивать не только радиусами, характеризующими поражение людей в течение первых суток, но и радиусами зон немедленного выхода из строя личного состава, т. е. в течение нескольких десятков минут после взрыва. Величина дозы проникающей радиации, вызывающая немедленный выход из строя личного состава, равна нескольким тысячам рентгенов.

Радиусы зон выхода из строя личного состава при взрывах мощностью менее 1 тыс. т приведены в табл. IV-20. Из этой таблицы следует, что радиусы зон немедленного выхода из строя личного состава по сравнению с радиусами зон выхода из строя людей в течение первых суток после взрыва уменьшаются примерно до двух раз.

При взрывах боеприпасов сверхмалого калибра танки, орудия, бронетранспортеры и другие виды боевой техники и вооружения от действия ударной волны с данным избыточным давлением получают более слабые повреждения, чем при взрывах боеприпасов малого, среднего и крупного калибров. Объясняется это тем, что при взрывах мощностью менее 1 тыс. т ослабляется метательное действие ударной волны, в связи с чем величина избыточного давления, требующегося для нанесения этим объектам той или иной степени поражения, заметно возрастает.

Величины избыточных давлений, при которых фортификационные сооружения получают разрушения не менее средних, практически такие же, как и при взрывах большей мощности. В связи с

**Ориентировочные радиусы, м, зон выхода из строя людей,
расположенных на открытой местности летом, при взрывах
мощностью менее 1 тыс. т**

Условия расположения людей	Вид взрыва	Мощность взрыва, т		
		10	100	500

**Немедленный выход из строя (в течение 10—15 мин
после взрыва)**

Открыто на местности и в бронетранспорте-рах открытого и закрытого типов	Н	140	290	430
	В	140	290	470
В открытых фортификационных сооружениях	Н	110	230	345
	В	110	230	380
В танках	Н	90	220	330
	В	100	230	340
В перекрытых щелях	Н	55	115	200
	В	45	100	170
В блиндажах	Н	50	105	185
	В	35	80	135
В убежищах легкого типа	Н	40	85	145
	В	30	60	105
В убежищах тяжелого типа	Н	25	50	90
	В	15	40	65

Выход из строя в течение первых суток

Открыто на местности и в бронетранспортерах открытого и закрытого типов	Н и В	320	550	770
В открытых фортификационных сооружениях и танках	Н и В	230	440	600
В перекрытых щелях	Н и В	100	250	380

В блиндажах и убежищах

Радиусы зон такие же, как и для немедленного выхода из строя

этим радиусы зон выхода из строя таких сооружений можно принять пропорциональными корню кубическому из мощности взрыва.

Радиусы зон выхода из строя боевой техники, вооружения и фортификационных сооружений при взрывах мощностью менее 1 тыс. т приведены в табл. IV-21.

§ 24. Влияние физико-географических условий на поражающее действие ядерных взрывов

Физико-географические условия могут оказать большое влияние на распространение и величину параметров ударной волны, светового излучения и проникающей радиации, а тем самым и на размеры зон поражающего действия ядерного взрыва.

Ориентировочные радиусы, м, зон выхода из строя боевой техники, вооружения и фортификационных сооружений при взрывах мощностью менее 1 тыс. т

Наименование боевой техники, вооружения и сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, т		
		10	100	500

Артиллерийское вооружение

Орудия наземной артиллерии и минометы	Н	35	95	190
	В	40	110	210
Орудия зенитной артиллерии	Н	40	110	220
	В	50	135	270
Тяжелые безоткатные орудия типа «Деви Крокет»	Н	70	190	370
	В	75	200	400
Легкие безоткатные орудия типа «Деви Крокет»	Н	55	150	300
	В	70	190	370

Бронетанковая и автотракторная техника

Тяжелые и средние танки	Н	20	60	125
	В	25	75	150
Легкие танки	Н	35	95	190
	В	40	110	210
Бронетранспортеры	Н	35	95	190
	В	55	140	280
Гусеничные артиллерийские тягачи	Н	55	150	300
	В	70	190	370
Гусеничные тракторы	Н	45	125	250
	В	55	140	280
Грузовые автомобили	Н	60	170	340
	В	70	190	370
Автобусы	Н	90	240	450
	В	100	260	500

Радиолокационная техника и средства связи

Радиолокационные станции орудийной наводки	Н	60	170	330
	В	70	190	370
Войсковые автомобильные радиостанции	Н	90	240	450
	В	100	260	500
Переносные радиостанции	Н	35	95	190
	В	40	110	210

Стрелковое оружие и гранатометы

Станковые пулеметы	Н	45	125	250
	В	55	140	280
Станковые гранатометы	Н	55	150	300
	В	70	190	370

Наименование боевой техники, вооружения и сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, т		
		10	100	500

Фортификационные сооружения и мосты

Траншеи (открытые щели) без одежды круто-	Н	75	160	270
стей полного профиля	В	65	140	240
Траншеи (открытые щели) с одеждой круто-	Н	55	115	200
стей	В	40	90	150
Блиндажи	Н	50	105	185
	В	35	80	135
Убежища легкого типа	Н	40	85	145
	В	30	60	105
Убежища тяжелого типа	Н	25	50	90
	В	20	40	65
Наплавные мосты из табельных парков	Н	40	110	220
	В	60	170	340
Низководные деревянные мосты	Н	35	95	190
	В	40	110	220

Основными физико-географическими факторами, оказывающими наибольшее влияние на размеры зон поражения, являются метеорологические условия, рельеф местности и лес.

Метеорологические условия по сравнению с другими физико-географическими факторами в наибольшей степени влияют на размеры зон поражения людей. Так, например, при изменении прозрачности воздуха радиусы зон выхода личного состава из строя для взрывов боеприпасов среднего и крупного калибров могут изменяться до 1,5—3 раз. При взрывах боеприпасов малого и сверхмалого калибров изменение прозрачности воздуха на размеры зон поражения людей практически не сказывается, так как радиусы зон выхода из строя людей от действия проникающей радиации будут больше, чем от действия светового излучения и ударной волны. Кроме того, с уменьшением мощности взрыва даже значительное изменение прозрачности воздуха не ведет к заметному изменению радиуса зоны поражения световым излучением.

Большое влияние метеорологические условия оказывают также на размеры зон повреждения ударной волной слабых элементов зданий и сооружений — кровли, оконных переплетов и остекления. Радиусы зон поражающего действия ударной волны на такие элементы летом в жаркую погоду могут уменьшиться по сравнению с расчетными значениями в два — четыре раза, а зимой при температуре воздуха у поверхности земли минус 15—20° примерно в столько же раз увеличиться. В направлении ветра радиусы зоны этих поражений также увеличиваются.

Радиусы зон поражения людей, расположенных открыто на местности и в открытых фортификационных сооружениях, зимой при хорошей видимости меньше, чем летом. Это связано в основ-

ном с тем, что зимнее обмундирование обеспечивает лучшую защиту от светового излучения, чем летнее. Кроме того, плотность воздуха зимой больше, чем летом, поэтому зимой несколько снижается поражающее действие проникающей радиации, особенно при взрывах малого и сверхмалого калибров. При воздушных взрывах зимой снижаются также и радиусы зон поражения людей в танках и бронетранспортерах, что объясняется главным образом уменьшением метательного действия ударной волны.

Ориентировочно можно считать, что радиусы зон выхода из строя людей, расположенных вне укрытий, в открытых фортификационных сооружениях, бронетранспортерах открытого типа и танках, зимой уменьшаются по сравнению с летними условиями в 1,1—1,2 раза. Радиусы зон выхода из строя людей, расположенных в блиндажах и убежищах, зимой при наземных взрывах не изменяются, а при воздушных увеличиваются в 1,4—1,5 раза.

В горных районах по сравнению с равнинной местностью радиусы зон выхода из строя людей, боевой техники и вооружения в большинстве случаев уменьшаются. Это обусловлено тем, что горы и горные хребты экранируют прямые потоки светового излучения, проникающей радиации и значительно изменяют параметры ударной волны. Однако при взрывах ядерных боеприпасов малого и сверхмалого калибров размеры зон поражения могут несколько увеличиваться, если объект расположен на переднем скате по отношению к центру (эпицентру) взрыва. Это происходит в основном в результате усиления параметров воздушной ударной волны при отражении ее от ската, а также некоторого увеличения дозы проникающей радиации вследствие меньшей плотности воздуха в горах по сравнению с равнинной местностью.

Помимо выхода из строя от непосредственного воздействия поражающих факторов, личный состав, боевая техника и вооружение в горах могут поражаться и косвенно в результате горных обвалов, снежных лавин и оползней, возникающих от действия ударной волны. В связи с этим не следует располагать людей, боевую технику и вооружение вблизи или ниже обвалоопасных участков. Косвенные поражения при обвалах и оползнях в горах могут иметь место также вследствие перекрытия рек и затопления долин. При этом поражения могут быть нанесены как войскам, оказавшимся непосредственно в зоне действия ядерного взрыва, так и войскам, расположенным далеко за ее пределами, особенно в долинах ниже места взрыва.

При взрывах в лесу, как и в горах, существенную роль в поражении личного состава, боевой техники и вооружения играют косвенные причины, главным образом удары падающими деревьями. Поэтому радиусы зон выхода из строя людей, расположенных вне укрытий и в открытых фортификационных сооружениях, будут в 1,1—1,2 раза больше, чем на местности без леса. На 15—20% увеличиваются радиусы зон выхода из строя людей, расположенных в танках и бронетранспортерах; на 20—30% возрастают радиусы

сы зон выхода из строя таких видов боевой техники как орудия, бронетранспортеры, автомобили. Танки в лесу выходят из строя на тех же расстояниях от центра (эпицентра) взрыва, что и на открытой местности.

При оценке размеров зон поражения в лесу необходимо также иметь в виду возможность возникновения пожаров в радиусе, который, например, в лиственном и смешанном лесах может в 1,3 раза превосходить радиус зоны выхода из строя людей.

О влиянии физико-географических условий на характер и степень радиоактивного заражения местности см. в § 10.

ВОПРОСЫ

1. Что такое прямое и косвенное действие ударной волны и светового излучения ядерного взрыва?
2. Во сколько раз уменьшаются радиусы зон поражения ударной волной людей, находящихся в открытых фортификационных сооружениях, по сравнению с расположением открыто на местности?
3. Приведите классификацию ожогов, возникающих под воздействием светового излучения.
4. От чего зависит тяжесть поражения человека световым излучением?
5. Какие виды поражений глаз могут быть при воздействии светового излучения?
6. Укажите признаки и опишите картину течения лучевой болезни различной степени тяжести.
7. К чему может привести попадание радиоактивных веществ внутрь организма или на кожные покровы?
8. Назовите и охарактеризуйте степени повреждения, наносимого ударной волной боевой техники и вооружению.
9. Какие виды боевой техники наиболее и наименее устойчивы к воздействию ударной волны ядерного взрыва?
10. Приведите классификацию степеней разрушения фортификационных сооружений при воздействии на них ударной волны.
11. Какие фортификационные сооружения наиболее устойчивы к воздействию ядерного взрыва?
12. Назовите примерные радиусы зон выхода из строя блиндажей и убежищ легкого типа при ядерных взрывах мощностью 10 и 100 тыс. т.
13. В чем заключается воздействие ядерного взрыва на грунт и лесные массивы?
14. В чем проявляется поражающее действие электромагнитного импульса на электро- и радиоаппаратуру?
15. Назовите основные меры защиты аппаратуры и линий связи от воздействия электромагнитного импульса.
16. Укажите особенности поражающего действия ядерного взрыва мощностью менее 1 тыс. т.
17. Назовите основные физико-географические факторы, которые в наибольшей степени влияют на размеры зон поражения.
18. Укажите, как влияют лесные массивы и горы на изменение радиусов зон выхода из строя личного состава

Таблица V-2
Ориентировочные значения радиуса и глубины воронки при подземном ядерном взрыве в мягком грунте, м

Глубина взрыва и размеры воронки, м	Мощность взрыва															
	г									тыс. т						
	10	20	30	50	100	200	300	500	1	2	3	5	10	20	30	50

Взрыв с максимальным радиоактивным заражением местности ($H = 1,5q^{1/3,4}$ м)

Глубина взрыва	3	3,6	4	4,7	5,8	7	8	9	11	14	16	18	23	27	31	36	44
Радиус воронки	10	13	14	16	20	25	28	32	40	49	55	65	78	95	110	125	150
Глубина воронки	5	6	7	8	10	13	14	17	21	25	28	33	40	49	56	65	80

Взрыв с максимальным выбросом грунта ($H = 5q^{1/3,4}$ м)

Глубина взрыва	10	12	14	16	19	24	27	31	38	47	52	62	75	91	104	120	150
Радиус воронки	12	15	16	19	23	29	32	38	46	55	65	75	90	110	125	145	180
Глубина воронки	7	9	10	11	14	17	19	22	27	33	37	44	54	65	74	86	105

Дозы радиации, P , получаемые личным составом при преодолении следа облака подземного взрыва
 $(H = 1,5 \text{ м/Т}^{1/3,4})$ перпендикулярно к оси следа на автомобилях со средней скоростью 20 км/ч через 10 ч
 после взрыва

Расстояние от эпицентра взрыва, км		Скорость распространения волн взрыва, км/сек		Мощность взрыва														
				T							тыс. T							
				10	20	30	50	100	200	300	500	1	2	3	5	10	20	30
1	10	0,013	0,024	0,032	0,062	0,09	0,3	0,53	0,8	1,8	3,8	5,8	9,6	19	38	58	105	225
	25	0,015	0,032	0,056	0,09	0,14	0,38	0,56	0,88	1,5	2,8	3,8	5,6	8,8	14	20	35	105
	50	0,019	0,038	0,056	0,09	0,12	0,26	0,32	0,45	0,62	0,79	0,9	0,96	1,4	3,4	7,6	22	90
2	10	—	0,013	0,02	0,034	0,063	0,12	0,18	0,29	0,62	1,3	2,1	3,8	8,3	18	27	47	100
	25	—	0,017	0,019	0,036	0,073	0,15	0,26	0,43	0,91	1,8	2,7	4,6	8,4	16	21	32	58
	50	—	0,015	0,029	0,044	0,092	0,18	0,27	0,44	0,8	1,4	1,8	2,6	3,9	5,5	6,5	8,3	16
4	10	—	0,01	0,015	0,024	0,045	0,075	0,13	0,2	0,34	0,7	1,1	2,9	3,9	8,2	13	22	48
	25	—	0,01	0,011	0,018	0,035	0,075	0,12	0,2	0,43	0,94	1,4	2,5	5,3	10	17	26	48
	50	—	—	0,01	0,017	0,037	0,08	0,12	0,2	0,44	0,9	1,3	2,2	4,4	7,7	11	14	22
6	10	—	—	0,01	0,013	0,025	0,057	0,085	0,14	0,26	0,45	0,68	1,1	2	3,7	6	11	20
	25	—	—	—	0,012	0,024	0,044	0,08	0,1	0,21	0,39	0,63	1,4	2,4	5,7	9	16	26
	50	—	—	—	0,01	0,021	0,048	0,07	0,13	0,27	0,57	0,9	1,5	3	5,7	8,7	15	26
8	10	—	—	—	0,01	0,021	0,042	0,068	0,12	0,22	0,38	0,61	0,95	1,8	3,3	4,6	7,6	15
	25	—	—	—	0,01	0,019	0,037	0,049	0,076	0,15	0,3	0,45	0,8	1,7	3,7	5,7	11	22
	50	—	—	—	—	0,015	0,03	0,046	0,076	0,19	0,38	0,61	1,1	2,3	4,6	7,2	12	23

Коэффициенты, учитывающие время, прошедшее с момента взрыва до пересечения оси следа головой колонны, и способ преодоления следа

Время после взрыва, ч	Способ преодоления			
	на автомобилях	на бронетранспортерах	в танках	пешим порядком
0,5	36	18	7	360
1	16	8	3	160
1,5	10	5	2	100
2	7	3,5	1,5	70
3	4	2	1	40
4	3	1,5	0,6	30
5	2,1	1,1	0,5	21
6	1,8	0,9	0,4	18
8	1,3	0,7	0,3	13
10	1	0,5	0,2	10
12	0,8	0,4	0,15	8
18	0,5	0,3	0,1	5
24	0,35	0,2	0,07	3,5
36	0,2	0,1	0,04	2
48	0,15	0,1	0,03	1,5
72	0,1	0,05	0,02	1
96	0,07	0,04	0,015	0,7
120	0,05	0,03	0,01	0,5

Примечания: 1. При преодолении следа на средствах передвижения со средней скоростью, отличающейся от 20 км/ч, необходимо найденную по табл. VI-12—VI-14 дозу радиации умножить на отношение $20/u$ (при движении пешим порядком — на $4/u$), где u — действительная скорость движения.

2. При преодолении оси следа под углом примерно 45° дозу радиации необходимо увеличить в 1,5 раза.

Прогнозирование доз радиации, получаемых личным составом при преодолении зон заражения с пересечением осей следов от нескольких взрывов. При преодолении зон заражения от нескольких взрывов, нанесенных в разное время, дозы радиации рассчитываются от каждого взрыва в отдельности по предыдущему способу, а затем полученные результаты суммируются.

Если зоны заражения образованы от нескольких взрывов, время осуществления которых не отличается от первого взрыва в этой серии более чем на 30 мин, расчет доз радиации может вестись в следующем порядке:

- определяются расстояния от центра каждого взрыва до точки пересечения оси следа с маршрутом движения;
- проводится условная ось середины всех следов и определяется время ее пересечения (с момента взрыва) головой колонны;

Положение рентгенметра при измерениях показано на рис. VI-16.

Бортовой рентгенметр ДП-3 (рис. VI-17) предназначен для измерения уровней радиации в диапазоне $0,1—500$ p/ч . Он является основным прибором ведения радиационной разведки на транспортных средствах, имеющих бортовую сеть постоянного тока. Конструкция прибора предусматривает возможность крепления его на автомобиле, бронетранспортере, танке и т. п. Значения уровней радиации на местности определяют по показаниям прибора с учетом коэффициента ослабления радиации техникой. Для непосредственного измерения уровня радиации за бортом машины датчик прибора выносится, и измерения производятся на уровне $70—100$ см от поверхности земли.

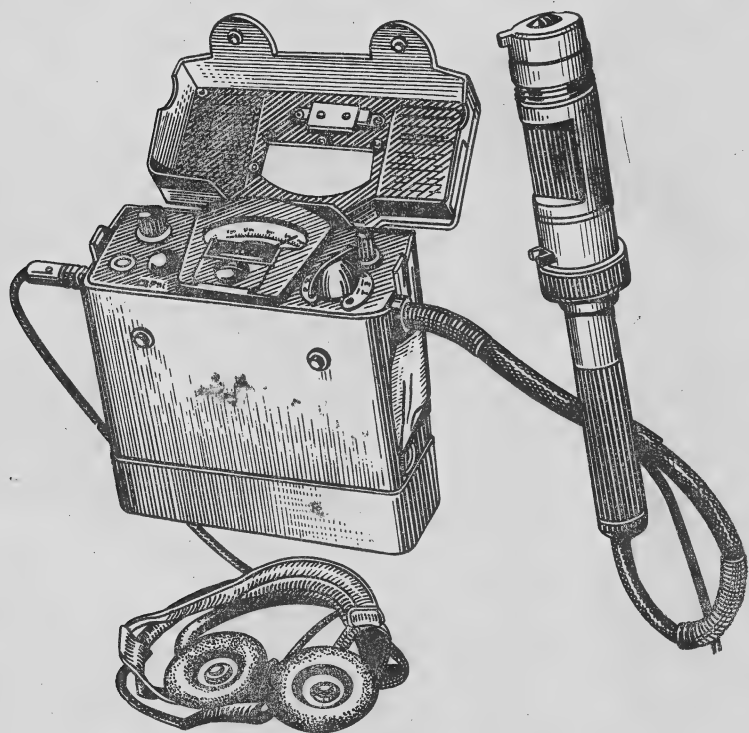


Рис. VI-18. Рентгенметр-радиометр ДП-5-А

Рентгенметр-радиометр ДП-5-А (рис. VI-18) предназначен для определения уровней радиации на местности и степени радиоактивного заражения поверхностей вооружения, техники, имущества, обмундирования и т. д. Зараженность поверхностей определяется с помощью прибора в миллирентгенах в час (диапазон $0,05—5000$ мр/ч), а уровень радиации — в рентгенах в час.

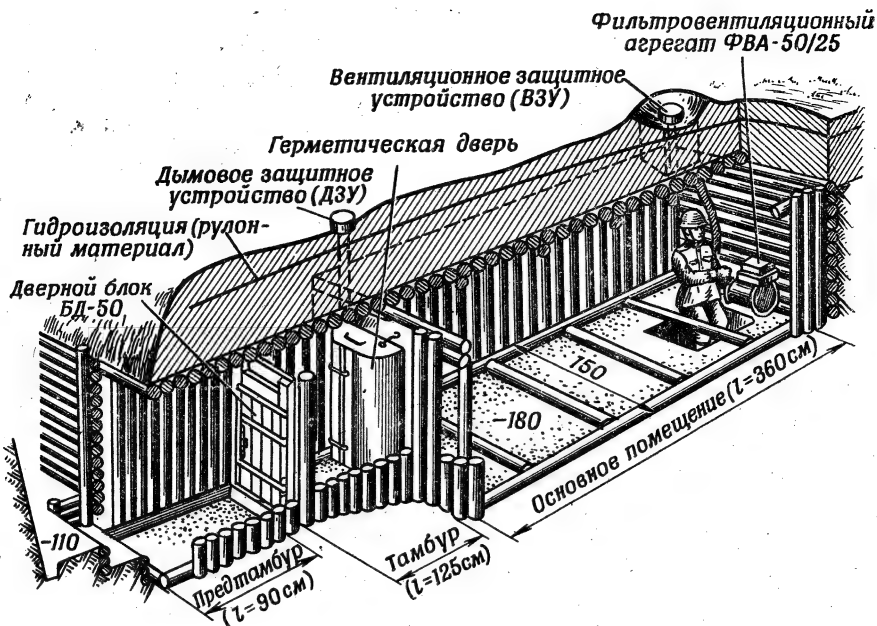


Рис. VI-35. Убежище безврубной конструкции

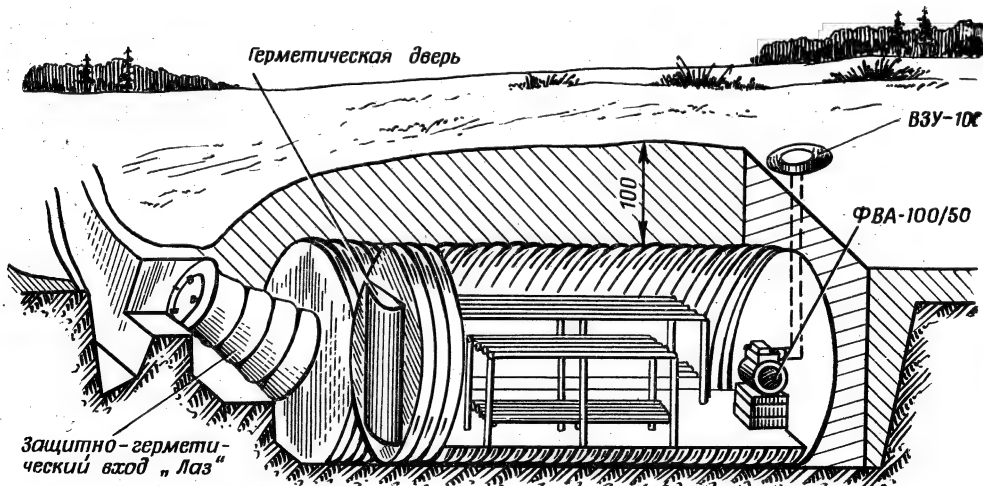


Рис. VI-36. Убежище из элементов волнистой стали ФВС с входом типа «Лаз»

Сооружения для защиты боевой техники и вооружения (танков, бронетранспортеров, орудий и т. д.) устраиваются в виде окопов (рис. VI-38), обеспечивающих возможность ведения огня с ограниченным или круговым сектором обстрела. Окоп состоит из прямоугольного котлована, одной или двух аппарелей и бруствера. Чтобы исключить или ослабить действие скоростного напора ударной волны на объект, общая высота закрытия (глубина котлована плюс высота бруствера) делается примерно равной высоте объекта.

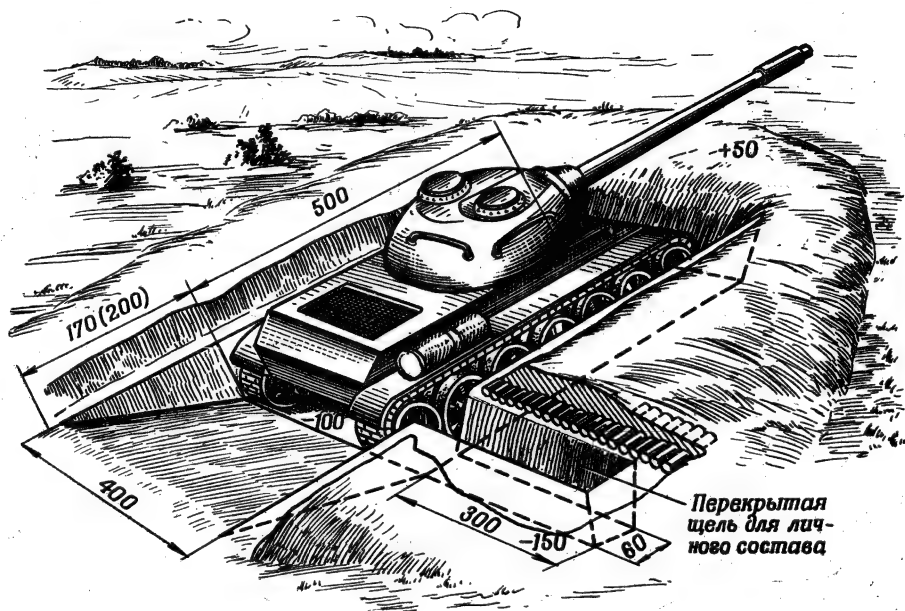


Рис. VI-38. Окоп с круговым обстрелом для танка

Заложение крутостей, а следовательно, и ширину котлована окопа по верху необходимо делать так, чтобы при частичном обрушении крутостей ходовая часть машины не оказалась заваленной грунтом. Устойчивость окопов с уменьшением крутизны откосов повышается. Однако с увеличением размеров укрытия по верху и уменьшением крутизны откосов снижается его эффективность защиты от действия скоростного напора ударной волны. Поэтому не следует откосы окопов делать как очень крутыми, так и отлогими; крутизну их целесообразно принимать от 5:1 в плотных устойчивых грунтах до 3:1 в слабых грунтах.

Для защиты экипажей и расчетов устраиваются щели, блиндажи или убежища легкого типа, которые располагаются непосредственно в окопах или же вблизи них. Необходимо иметь в виду, что

ИСПРАВЛЕНИЕ

Положение, высказанное на стр. 266 (строки 3—1 снизу) и стр. 267 (строки 1—3 сверху), изменено. Новое изложение положения следующее: «при этом противогазы (респираторы) надеваются: при нахождении открыто на местности в момент формирования следа, при действии на местности с уровнем радиации свыше 5 р/ч и в случаях очень сильного вторичного пылеобразования при следовании на бронетранспортерах, автомобилях и десантом на танках».

Зак. 3536дсп. Изд. № 5/1868дсп.

Под наблюдением полковника *Шевченко А. Д.*,
подполковника *Оносовского В. П.*
и редактора полковника *Чугасова А. А.*
Технический редактор *Мясникова Т. Ф.*
Корректор *Яковлева Г. П.*

Г-62163

Сдано в набор 15.10.68 г.
Подписано к печати 1.10.69 г.
Формат бумаги 60×90¹/₁₆ —
24¹/₄ печ. л. — 24,25 усл. печ. л. +
+ офсетн. вклейки 1³/₄ печ. л. —
1,75 усл. печ. л. 26,381 уч.-изд. л.
Изд. № 5/1868дсп. Зак. 3536дсп

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

*Для служебного
пользования*

Экз. №

73467

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

*Для служебного
пользования*

Экз. № 73467

ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ОФИЦЕРОВ

Издание четвертое, переработанное и дополненное

МОСКВА
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1987

Настоящее Пособие представляет собой переработанное издание пособия «Ядерное оружие», вышедшего в 1969 г.

В новом издании уточнены характеристики поражающего действия ядерных взрывов на личный состав войск, вооружение, военную технику и другие объекты.

Основное внимание в Пособии уделено поражающему действию наземных и воздушных ядерных взрывов.

Вопросы, относящиеся к защите войск от ядерного оружия и оценке результатов ядерных взрывов, из Пособия исключены, поскольку им посвящены изданные наставления и справочники.

Пособие предназначено для офицеров и прапорщиков всех видов Вооруженных Сил, а также для курсантов военных училищ.

Замечания и предложения по Пособию направлять по адресу:
Москва, К-160, войсковая часть 31600.

В книге пронумеровано всего 168 с.

Сдано в набор 19.08.86.

Подписано в печать 12.12.86.

Формат 60×90/16. Печ. л. 10½. Усл. печ. л. 10,5. Усл. кр.-отт. 10,5. Уч.-изд. л. 11,07.

Изд. № 13/2431дсп

Зак. 4343дсп

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЯДЕРНОМ ОРУЖИИ

Ядерным оружием называется оружие, поражающее действие которого обусловлено внутриядерной энергией, выделяющейся в результате взрывных процессов деления или синтеза ядер химических элементов. Оно включает различные ядерные боеприпасы, средства доставки их к цели (носители) и средства управления.

В настоящем Пособии рассматриваются физические основы ядерного взрыва и его развитие, принципы устройства ядерных боеприпасов, основные поражающие факторы ядерных взрывов и их поражающее действие.

1.1. Физические основы ядерного взрыва

Ядерным взрывом называется взрыв, происходящий в результате освобождения энергии, заключенной в ядрах атомов химических элементов.

Возможность выделения внутриядерной энергии обусловлена следующими природными свойствами химических элементов:

атомные ядра различных изотопов обладают различной средней энергией связи их нуклонов — энергией связи, приходящейся на один нуклон, которая с увеличением массового числа A изотопа сначала увеличивается, а затем, достигнув максимума при $A \approx 60$, постепенно уменьшается (рис. 1.1);

превращение ядер с меньшей средней энергией связи нуклонов в ядра с большей средней энергией связи их нуклонов сопровождается выделением энергии, количество которой равно разности энергий связи нуклонов в новых и исходных ядрах.

Эти свойства позволяют выделить внутриядерную энергию в результате деления ядер тяжелых химических элементов (с большим массовым числом) и синтеза ядер легких элементов (с малым массовым числом).

Реакция деления атомных ядер. Деление атомных ядер может происходить самопроизвольно или при воздействии на них элементарных частиц и легких ядер.

Для получения взрыва используют деление ядер тяжелых изотопов, которое происходит при воздействии на них нейтро-

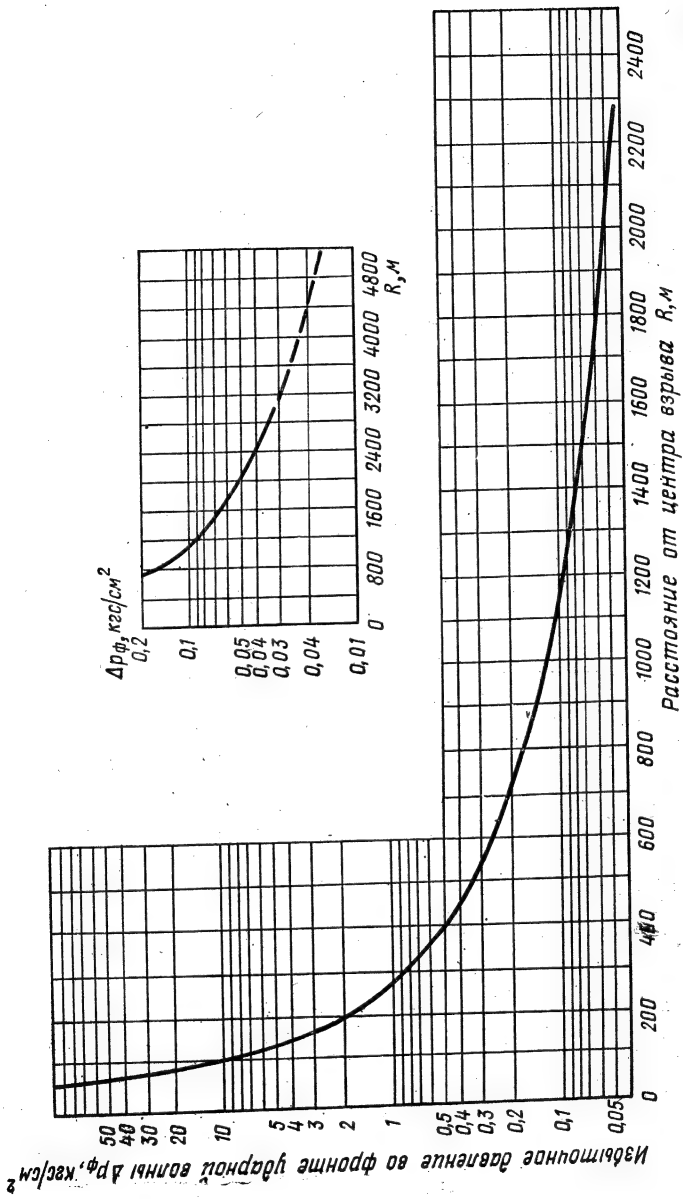


Рис. 3.4. Изменение избыточного давления во фронте ударной волны $\Delta p_{\text{ф}}$ в кг/см² с расстоянием R , м при наземном ядерном взрыве мощностью 1 тыс. т

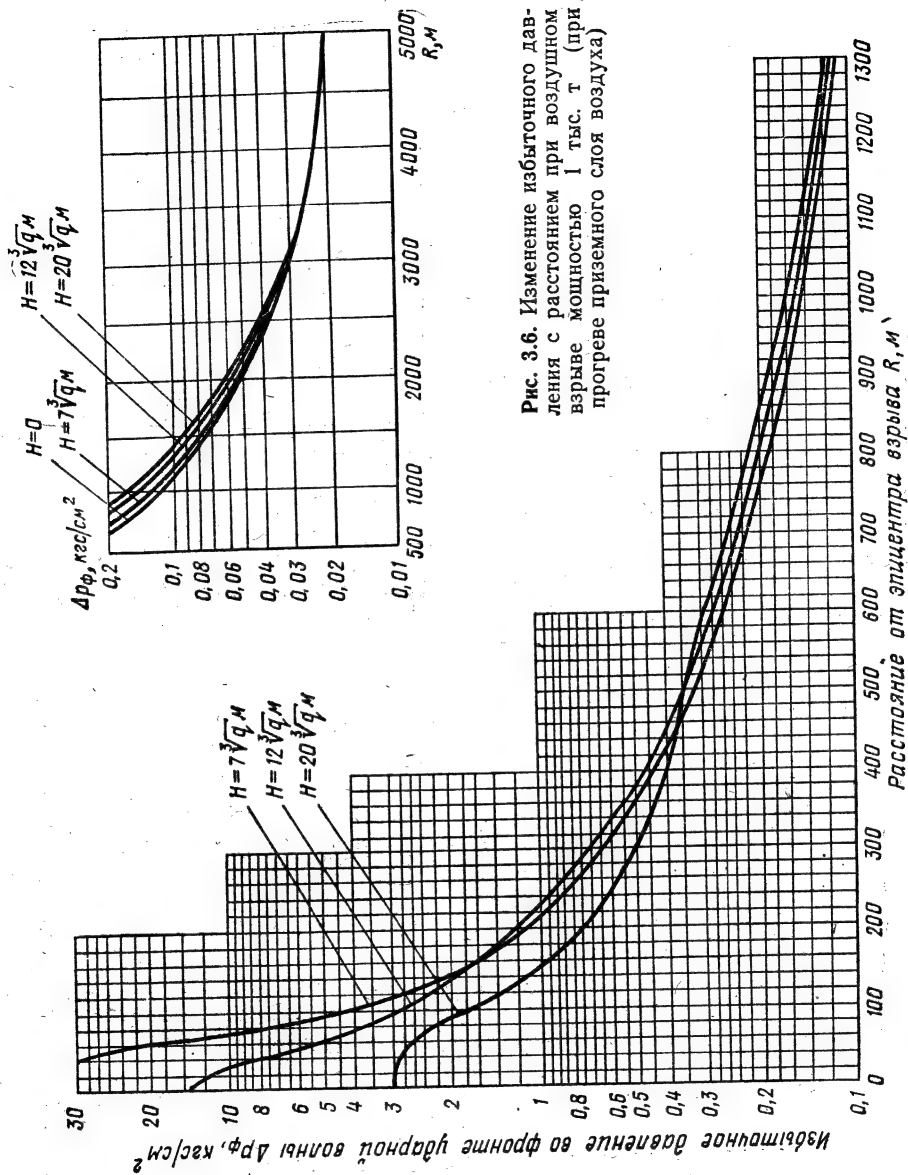


Рис. 3.6. Изменение избыточного давления с расстоянием при воздушном взрыве мощностью 1 тыс. т (при прогреве приземного слоя воздуха)

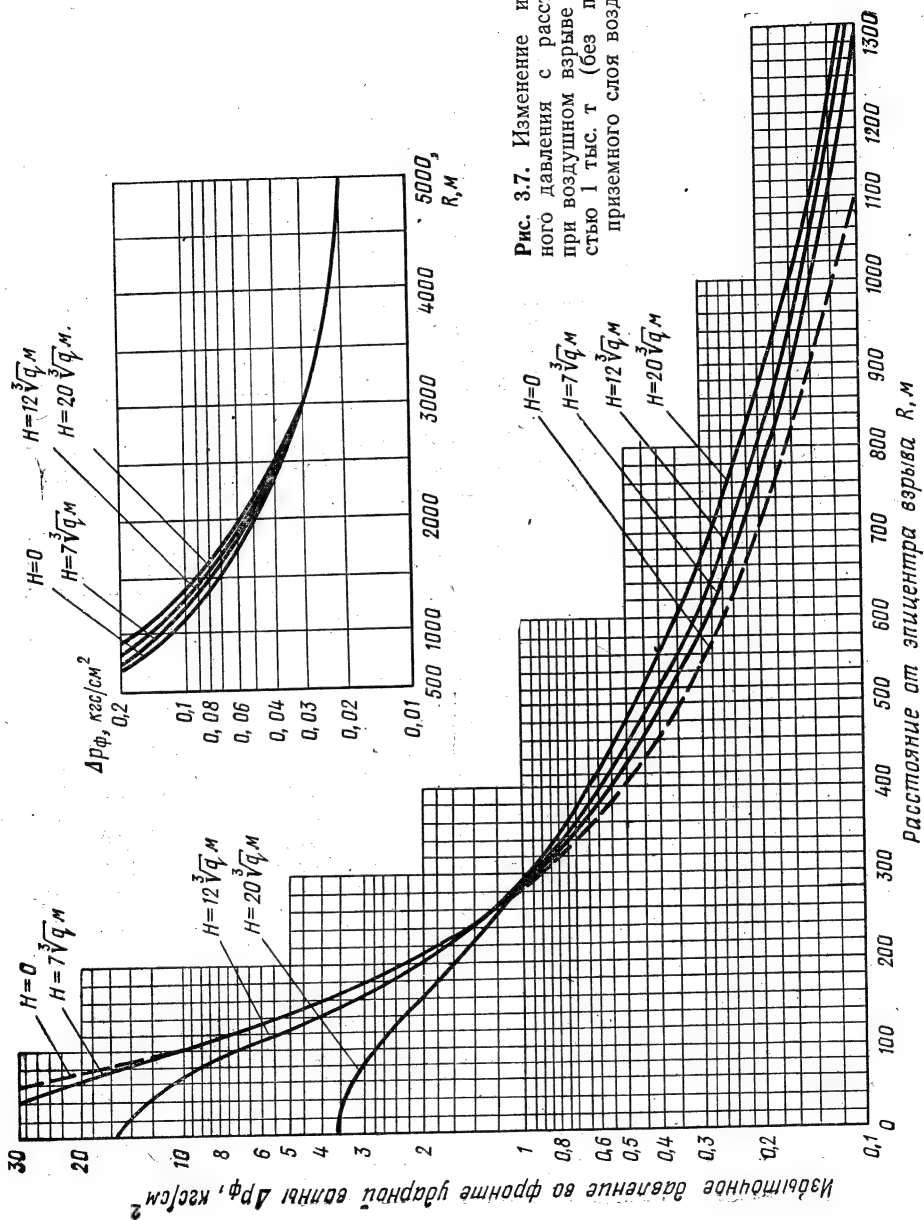


Рис. 3.7. Изменение избыточного давления с расстоянием при воздушном взрыве мощностью 1 тыс. т (без прогрева приземного слоя воздуха)

стоянии 5 км от центра взрыва составляет примерно 3 кал/см², при задымленном воздухе такой импульс будет лишь на расстоянии 3 км.

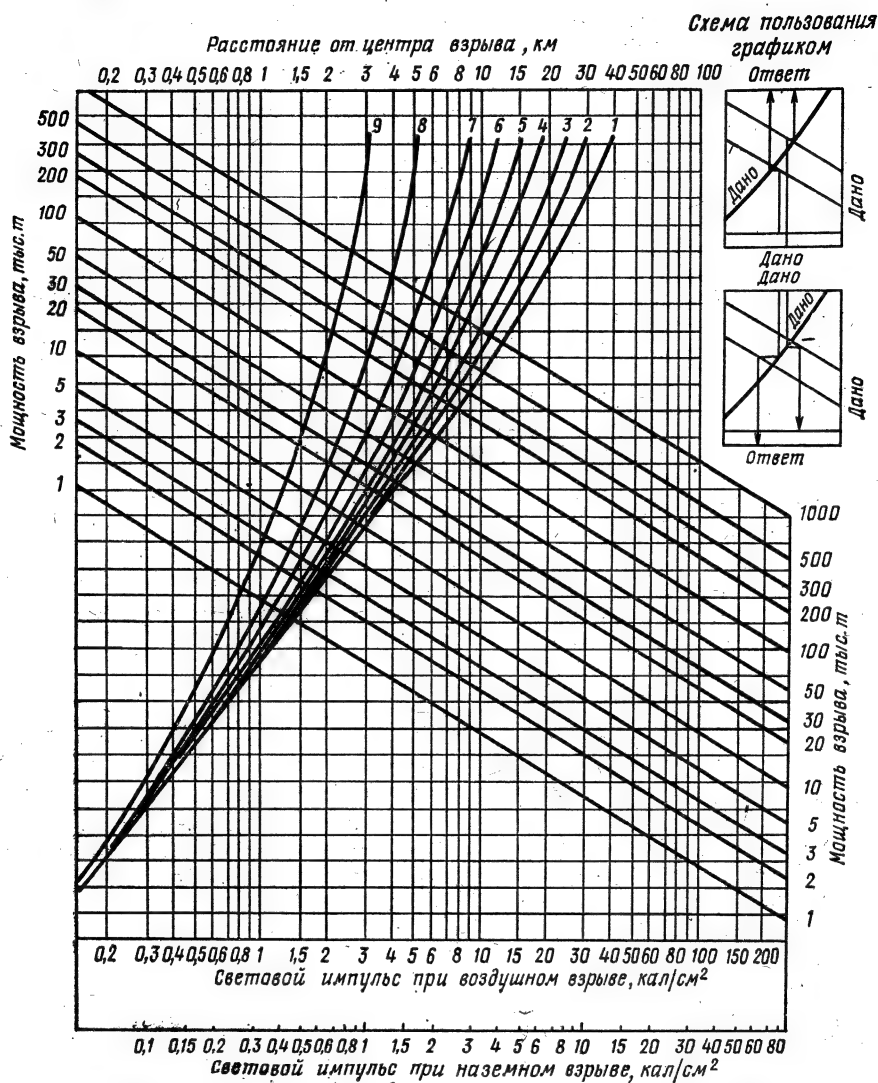


Рис. 3.9. Номограмма для определения световых импульсов

Облака, расположенные на пути распространения светового излучения, также значительно ослабляют его, в результате чего уменьшается или полностью исключается поражающее действие светового излучения на наземные объекты.

При одних и тех же атмосферных условиях световой импульс на заданных расстояниях от центра взрыва увеличивает-

ся примерно прямо пропорционально увеличению мощности взрыва.

Для объектов, расположенных на поверхности земли, при равных расстояниях от центра взрыва и одинаковых атмосферных условиях световой импульс при наземном взрыве примерно в 3 раза меньше, чем при воздушном взрыве той же мощности. Это объясняется тем, что при наземном взрыве светящаяся область в отличие от воздушного взрыва имеет форму полусферы и экранируется облаком пыли. Кроме того, с увеличением высоты возрастает прозрачность воздуха, поэтому для одних и тех же атмосферных условий световое излучение при воздушном взрыве ослабляется меньше, чем при наземном.

Номограмма для определения расстояния, на котором при тех или иных атмосферных условиях можно ожидать заданную величину светового импульса, приведена на рис. 3.9. Расстояния на номограмме даны от центра взрыва, а расстояния от эпицентра взрыва R_3 определяют по формуле

$$R_3 = \sqrt{R^2 - H^2},$$

где R — расстояние от центра взрыва;

H — высота взрыва.

Для определения на рис. 3.9 номера кривой, соответствующей заданным атмосферным условиям и виду взрыва, используется следующая таблица:

Атмосферные условия	Балл видимости	Дальность видимости	Номер кривой на рис. 3.9 при	
			воздушных взрывах мощностью до 100 тыс. т и наземных взрывах	воздушных взрывах мощностью более 100 тыс. т
Чистый воздух	9	50	1	1
Очень слабая дымка	7	10—20	3	2
Слабая дымка	5	2—4	5	4
Задымленный воздух	4	1—2	6	5
Слабый туман	3	0,5—1	8	7
Умеренный туман	1—2	0,05—0,5	9	8

Пример 4. Определить расстояние от эпицентра воздушного взрыва мощностью 20 тыс. т, на котором величина светового импульса составляет 8 кал/см². Высота взрыва 550 м. Атмосферные условия — задымленный воздух.

Решение. На шкале световых импульсов для воздушных взрывов (рис. 3.9) находим число 8 кал/см² и от него проводим вертикальную линию до наклонной линии, соответствующей мощности взрыва 20 тыс. т. Из точки пересечения проводим горизонтальную линию до кривой с номером 6. Над точкой пересечения находим расстояние от центра взрыва, оно равно 1,9 км.

Определяем расстояние от эпицентра взрыва, на котором будет наблюдаться световой импульс $u_c = 8$ кал/см².

$$R_3 = \sqrt{1,9^2 - 0,55^2} = 1,8 \text{ км.}$$

Пример 5. Определить величину светового импульса на расстоянии 4 км от центра наземного взрыва мощностью 100 тыс. т. Атмосферные условия — чистый воздух.

Решение. По номограмме рис. 3.9 на шкале расстояний находим величину 4 км и от нее проводим вертикальную линию до кривой с номером 1. Из точки пересечения проводим горизонтальную линию до наклонной линии, соответствующей мощности взрыва 100 тыс. т. Под точкой пересечения на шкале наземного взрыва находим световой импульс, равный 5 кал/см².

Физические основы поражающего действия светового излучения. Световое излучение, падая на поверхность объекта, частично отражается, частично поглощается, а если объект пропускает излучение, то частично проходит сквозь него. Стекло, например, пропускает более 90% энергии светового излучения; черные поверхности поглощают до 90—95% всей падающей на них энергии излучения, а белые — 20—30%. Хорошо отражают световое излучение металлические, особенно полированные поверхности. Материалы, хорошо отражающие или пропускающие световое излучение, более устойчивы к его воздействию.

Поглощенная часть энергии светового излучения превращается в тепло, вызывая нагрев облучаемого объекта.

Основным видом поражающего действия светового излучения является тепловое поражение, наступающее при повышении температуры облучаемого объекта до определенного уровня. Негорючие материалы при нагреве могут деформироваться, терять прочность, разрушаться, плавиться и испаряться. Горючие материалы при нагреве воспламеняются и горят. Тепловое воздействие на кожу и глаза человека вызывает ожоги различной степени тяжести. Световое излучение может нарушать действие электронно-оптических устройств, фотоприемников и светочувствительной аппаратуры, а также приводить к временному ослеплению людей.

Существенную роль в поражающем действии светового излучения играет время облучения объекта, зависящее от мощности взрыва. Поскольку при взрыве большей мощности излучение энергии продолжается дольше, то за время воздействия излучения на объект происходит больший отток тепла от облучаемой поверхности, т. е. для поражения материала требуется тем больший световой импульс, чем больше мощность взрыва.

Основной характеристикой падающего на объект светового излучения, используемой при оценке его поражающего действия, является импульс облучения u , кал/см², — количество энергии светового излучения, падающей на единицу площади облучаемой поверхности за все время излучения. Импульс облучения зависит от конкретных условий облучения: ориентации облучаемой поверхности, отраженного излучения, экранирования различными преградами, а также от перемещения облучаемого объекта.

Импульс облучения пропорционален световому импульсу и может быть больше или меньше его. Если облучаемая поверх-

ность ориентирована перпендикулярно направлению распространения прямого излучения, экранирование и ослабление излучения преградами отсутствует, а влиянием отраженного излучения и перемещения объекта можно пренебречь, то импульс облучения равен световому импульсу. Равенство импульса облучения световому импульсу принимается также при оценке поражающего действия светового излучения на наземные объекты, когда конкретные условия облучения учесть практически невозможно.

Импульс облучения, при котором с заданной вероятностью наблюдается опасное поражение материала (объекта), приводящее к потере функциональных свойств, называется поражающим. В табл. 3.2 приведены поражающие импульсы для некоторых материалов. По величине поражающих импульсов с помощью номограммы (рис. 3.9) может быть определен радиус зоны поражения материалов.

Т а б л и ц а 3.2

Значения поражающих импульсов $i_{п}$, кал/см²

Наименование материала	Мощность взрыва, тыс. т			
	1	10	100	1000
Ватник хлопчатобумажный	9	11	13	14
Ткань хлопчатобумажная	10	12	13	14
Ткань шерстяная	16	19	23	27
Материал для плащ-накидок	10	12	15	18
Сукно шинельное серое	15	19	26	34
Бумага газетная	5	6	7	8
Обивка автомобилей	5	5	6	7
Древесина	9	12	16	21
Сукно шинельное черное	13	17	21	26

Существенное влияние на значения поражающих импульсов оказывают влажность материалов и ветер.

В зависимости от влажности материала изменяется доля импульса облучения, затрачиваемая на испарение воды, содержащейся в материале. Поэтому с увеличением влажности материала поражающий импульс возрастает.

Влияние ветра на значения поражающих импульсов объясняется увеличением теплоотдачи с обдуваемой воздушным потоком поверхности и уносом образующейся горючей смеси.

В результате воздействия светового излучения на легковоспламеняющиеся материалы (древесина, ткани, бумага, сухая растительность и т. п.) может возникнуть большое количество пожаров на значительной площади. Особенно опасны пожары в городах, лесах и массивах созревающих хлебов. В связи с этим необходимо заблаговременно проводить защитные меро-

приятия, уменьшающие опасность пожаров. К таким мероприятиям относятся: расчистка районов расположения войск от легковоспламеняющихся материалов, обмазка горючих объектов глиной, известью или намораживанием на них корки льда, применение огнестойких, хорошо отражающих световое излучение чехлов, тентов, штор и т. п.

Необходимо отметить, что своевременное принятие мер защиты уменьшает возможность поражения людей световым излучением. Действие светового излучения продолжается от десятых долей секунды при взрывах боеприпасов сверхмалой мощности до десятков секунд при взрывах мощностью более 1 млн. т. Поэтому, если после вспышки взрыва человек успеет занять укрытие в течение, например, двух секунд, то время воздействия на него светового излучения при взрыве боеприпаса крупной мощности будет сокращено в несколько раз, что значительно уменьшит или полностью исключит поражение. Если же человек успеет укрыться за время менее двух секунд после вспышки, то тяжесть поражения его световым излучением может быть уменьшена и при взрывах боеприпаса малой мощности.

3.3. Проникающая радиация

Физическая характеристика. Проникающая радиация представляет собой поток гамма-излучения и нейтронов.

Оба эти вида излучения различны по своим физическим свойствам. Общим для них является то, что они распространяются в воздухе от центра взрыва на расстояния до нескольких километров и, проходя через живую ткань, вызывают ионизацию атомов и молекул, входящих в состав клеток, что приводит к нарушению жизненных функций отдельных органов и систем и развитию в организме лучевой болезни.

Гамма-излучение испускается из зоны ядерного взрыва в течение нескольких секунд с момента ядерной реакции. По своему происхождению это излучение разделяется на несколько составляющих, основными из которых являются: мгновенное гамма-излучение, сопровождающее ядерную реакцию; вторичное гамма-излучение, возникающее при неупругом рассеянии и захвате нейтронов в воздухе; осколочное гамма-излучение, сопровождающее радиоактивный распад осколков деления.

Мгновенное гамма-излучение возникает в основном в процессе реакции деления ядер и испускается за время, равное десятым долям микросекунды. При взаимодействии с материалами конструкции боеприпаса это излучение существенно ослабляется, поэтому его роль в поражающем действии незначительна.

Вторичное и осколочное гамма-излучения являются основными компонентами гамма-излучения. Вторичное гамма-излу-

чение действует на наземные объекты практически мгновенно, а осколочное — в течение 10—20 с после взрыва.

Гамма-излучение значительно ослабляется в воздухе. Это происходит, во-первых, потому, что с увеличением расстояния от центра взрыва увеличивается площадь поверхности сферы,

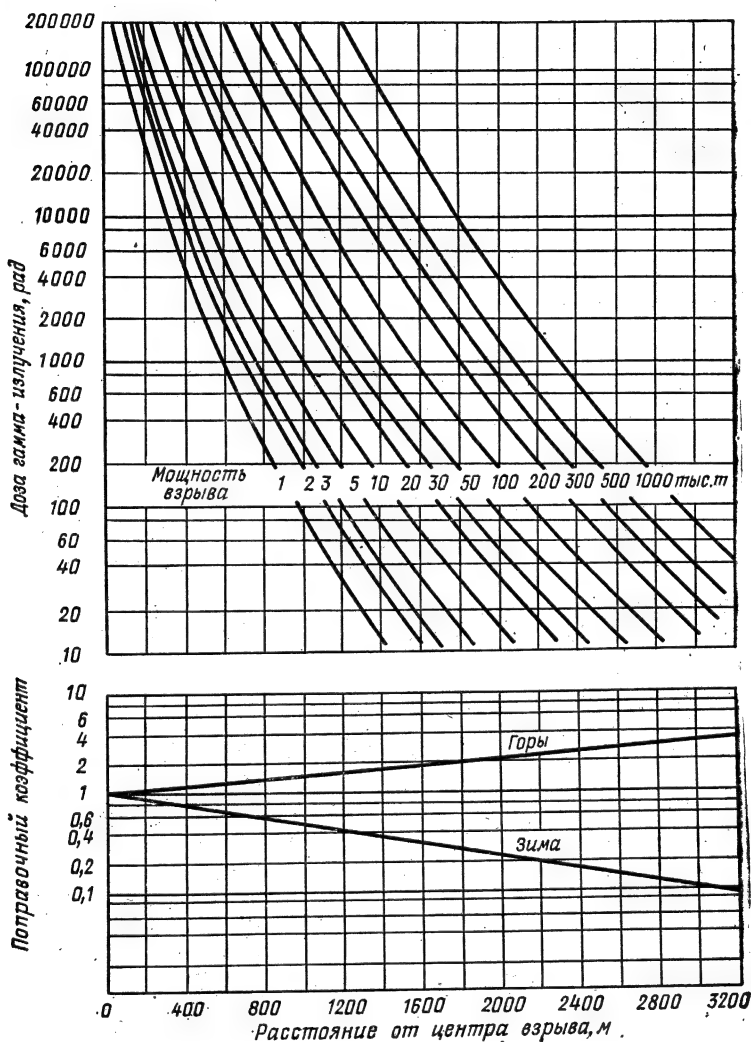


Рис. 3.10. Зависимость дозы гамма-излучения от расстояния до центра взрыва

через которую проходит общий поток гамма-квантов, а следовательно, уменьшается количество энергии излучения, падающего на 1 см² поверхности сферы. Во-вторых, на пути распространения гамма-излучение ослабляется воздухом: одни гамма-кванты поглощаются атомами воздуха, другие, взаимодействуя

с атомами, теряют некоторую долю энергии и изменяют направление своего движения — рассеиваются.

При рассеивании гамма-квант выбивает из электронной оболочки атома электрон. Выбив электрон, гамма-квант теряет часть энергии и меняет направление своего движения. Процесс рассеивания повторяется до тех пор, пока энергия гамма-кванта при очередном столкновении его с атомом не окажется исчерпанной. В результате взаимодействия гамма-кванта с атомами воздуха или другой среды, в которой он распространяется, на пути его движения остается след из свободных электронов и ионизированных атомов.

Степень ионизации среды гамма-излучением определяется дозой гамма-излучения, единицей измерения которой служит рентген.

В настоящее время для измерения дозы гамма-излучения, поглощаемой в любом веществе, применяют единицу рад. 1 рад соответствует 100 эрг поглощенной энергии в 1 г вещества.

Поражающее действие гамма-излучения на личный состав пропорционально дозе. Время набора основной части дозы гамма-излучения (до 80%) равно нескольким секундам.

При воздушном и наземном ядерных взрывах доза гамма-излучения на равных расстояниях от центра взрыва практически одинакова, но она значительно зависит от плотности воздуха. Плотность воздуха летом меньше, чем зимой, поэтому при взрыве летом доза гамма-излучения будет больше, чем зимой на одном и том же расстоянии от центра взрыва.

Изменение дозы гамма-излучения при взрывах различной мощности летом в зависимости от расстояния до центра взрыва показано на рис. 3.10. При определении дозы гамма-излучения зимой или в горах дозу гамма-излучения, найденную по верхнему графику рис. 3.10, необходимо умножить на коэффициент, значение которого определяется по нижнему графику рис. 3.10.

Пример 6. Определить дозу гамма-излучения на поверхности земли на удалении 1,6 км от эпицентра воздушного ядерного взрыва мощностью 100 тыс. т, произведенного зимой на высоте 1 км.

Решение. Определяем расстояние от центра взрыва

$$R = \sqrt{R_0^2 + H^2} = \sqrt{1,6^2 + 1^2} = 1,9 \text{ км},$$

где R_0 — расстояние от эпицентра взрыва;

H — высота взрыва.

По верхнему графику рис. 3.10 находим, что доза гамма-излучения летом на расстоянии 1,9 км от центра взрыва мощностью 100 тыс. т равна $D_{07} = 280$ рад. По нижнему графику рис. 3.10 определяем поправочный коэффициент; он равен 0,25. Следовательно, доза гамма-излучения зимой будет равна

$$D_{07} = 280 \cdot 0,25 = 70 \text{ рад}.$$

Нейтронное излучение. При ядерных взрывах нейтроны испускаются в процессе реакции деления и синтеза — мгновенные нейтроны, а также в результате распада осколков деления — запаздывающие нейтроны.

Мгновенные нейтроны испускаются в течение долей микросекунды и практически все они поглощаются воздухом за 0,5 с. Запаздывающие нейтроны испускаются осколками деления с периодами полураспада от 0,5 до 50 с. Время действия запаздывающих нейтронов на наземные объекты 10—20 с.

С увеличением расстояния от центра взрыва поток нейтронов уменьшается. Уменьшение потока нейтронов происходит также вследствие взаимодействия их со средой.

Основными видами взаимодействия нейтронов со средой являются их рассеивание при соударениях с ядрами атомов среды и захват ядрами атомов. Рассеивание состоит в том, что нейтроны, взаимодействуя с ядрами атомов, передают им часть своей энергии. Нейтроны, потерявшие после ряда столкновений почти всю свою энергию, могут быть захвачены ядрами атомов (например, ядрами азота) и прекратить свое существование.

Нейтроны, будучи электрически нейтральными, при прохождении через вещество сами непосредственно не вызывают его ионизацию. Однако они вызывают ионизацию косвенным путем, например, взаимодействуя с некоторыми легкими ядрами.

Поражающее действие нейтронов на личный состав пропорционально дозе, измеряемой так же, как и для гамма-излучения в радах.

Доза нейтронов зависит от плотности воздуха. Изменение дозы нейтронов летом при взрывах различной мощности в зависимости от расстояния до центра взрыва показано на верхнем графике рис. 3.11, а поправочные коэффициенты для зимы и горных условий — на нижнем графике.

Суммарные дозы проникающей радиации. Гамма-излучение и нейтроны ядерного взрыва действуют на любой объект практически одновременно. Тот факт, что гамма-излучение испускается в течение нескольких секунд, а нейтроны в основном в первые секунды, существенного значения не имеет. Поэтому поражающее действие проникающей радиации определяется ее суммарной дозой, получаемой в результате сложения доз гамма-излучения и нейтронов.

Изменение суммарных доз проникающей радиации для взрывов различной мощности в зависимости от расстояния показано на рис. 3.12.

Соотношение между дозами гамма-излучения и нейтронов в суммарной дозе проникающей радиации зависит от мощности взрыва и расстояния до центра взрыва. Для больших доз и взрывов мощностью менее 10 тыс. т доза, обусловленная нейтронами, больше дозы, обусловленной гамма-излучением; для средних величин доз, а также для взрывов мощностью более 10 тыс. т справедливо обратное соотношение.

Принципы защиты от проникающей радиации. Выше указывалось, что гамма-излучение, как ни высока его проникающая способность, заметно ослабляется даже в воздухе. В ве-

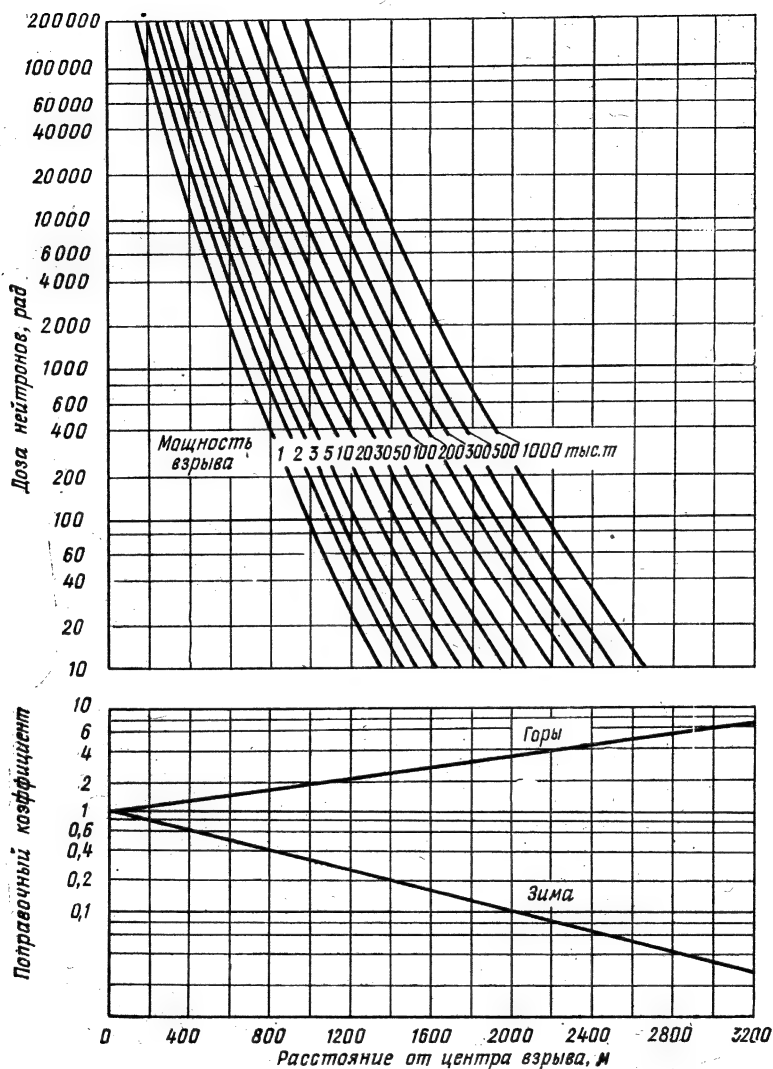


Рис. 3.11. Зависимость дозы нейтронов от расстояния до центра взрыва

ществах же более плотных гамма-излучение ослабляется еще сильнее. Происходит это потому, что чем больше плотность вещества, тем больше в единице его объема атомов и тем большее количество раз взаимодействует с ними гамма-излучение.

Следовательно, на одном и том же отрезке пути гамма-излучение в более плотном веществе потеряет больше энергии, чем в менее плотном, а потеря энергии означает уменьшение дозы гамма-излучения.

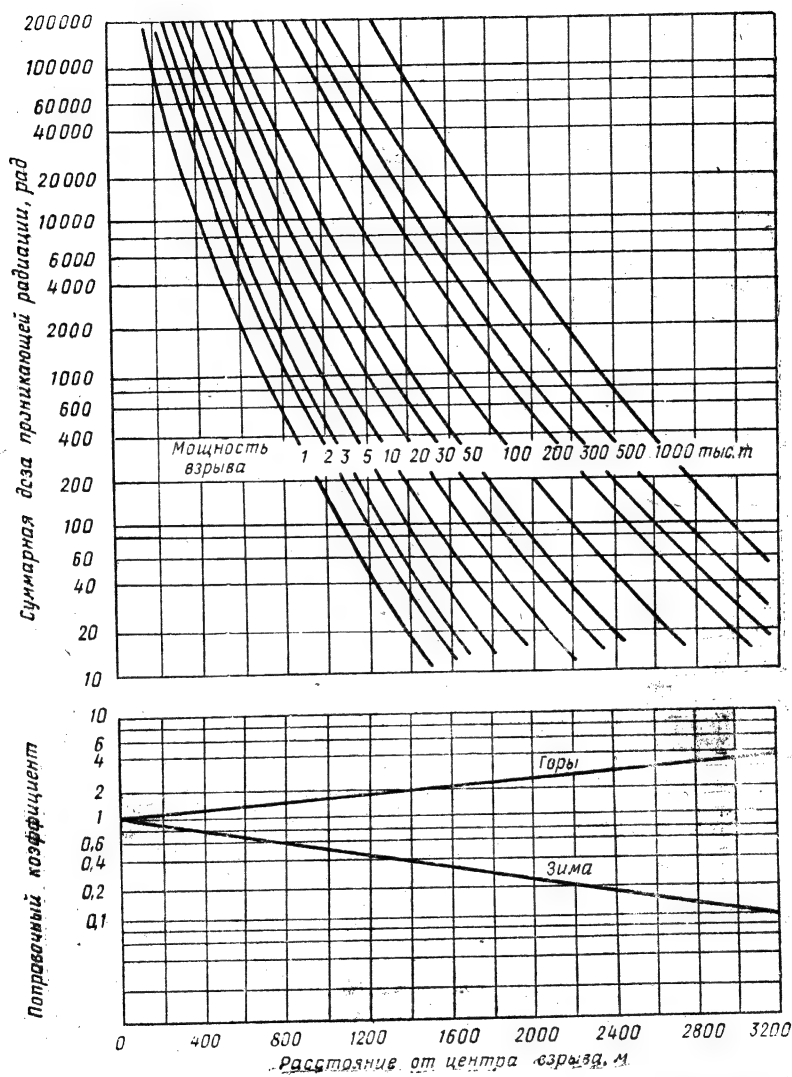


Рис. 3.12. Зависимость суммарной дозы проникающей радиации от расстояния до центра взрыва

Пусть поток гамма-излучения падает на поверхность преграды толщиной l (рис. 3.13). Представим себе, что некоторый слой d_γ уменьшает дозу гамма-излучения $D_{0\gamma}$ в два раза. Тогда

Наряду с упругим соударением нейтронов с ядрами наблюдается и иной вид взаимодействия. Нейтрон, ударяясь о такое ядро, может проникнуть внутрь его, а затем вырваться наружу, потеряв при этом значительную (до 90%) долю своей энергии, которая выделяется в виде гамма-кванта или заряженной частицы.

Хотя процессы взаимодействия нейтронов и гамма-излучения со средой различаются, ослабление дозы нейтронов выражается аналогичной зависимостью:

$$D_n = \frac{D_{0n}}{2^{l/d_n}}$$

Значения слоев половинного ослабления гамма-излучения и нейтронов для некоторых материалов приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Значения слоя половинного ослабления гамма-излучения и нейтронов

Наименование материала	Плотность материала, г/см ³	Слой половинного ослабления	
		d_γ , см	d_n , см
Древесина	0,7	30,5	9,7
Полиэтилен	0,9	21,8	2,7
Вода	1	20,4	2,7
Грунт	1,6	13	9
Кирпичная кладка	1,6	13	10
Стеклопластик	1,7	12	4
Стиробетон	1,85	11	5
Железобетон	2,3	9,5	8,2
Железо (броня)	7,8	3,5	11,5
Свинец	11,3	2	12

Если толща защиты состоит из нескольких слоев различных материалов, то для определения общего коэффициента ослабления необходимо найти коэффициент ослабления для каждого слоя, а затем перемножить их. Для упрощения расчетов можно пользоваться графиками зависимости ослабления дозы гамма-излучения (рис. 3.14) и нейтронов (рис. 3.15).

Пример 7. Определить дозу проникающей радиации внутри убежища с покрытием из деревянных брусев толщиной 20 см и грунтовой обсыпкой в 120 см при взрыве мощностью 10 тыс. т на высоте 600 м. Убежище расположено в эпицентре взрыва. Время года — лето.

Решение. 1. По графикам рис. 3.10 и 3.11 находим дозы гамма-излучения и нейтронов на поверхности земли

$$D_{0\gamma} = 12000 \text{ рад}; D_{0n} = 20000 \text{ рад.}$$

2. По графикам рис. 3.14 и 3.15 находим степень ослабления древесиной и грунтом гамма-излучения и нейтронов

$$K_{\gamma \text{др}} = 1,6; K_{\gamma \text{гр}} = 600; K_{n \text{др}} = 4; K_{n \text{гр}} = 11000.$$

3. Определяем дозу проникающей радиации внутри убежища

$$D = D_{\gamma} + D_n = \frac{D_{сг}}{K_{\gamma гр} K_{\gamma др}} + \frac{D_{он}}{K_{н гр} K_{н др}} =$$

$$= \frac{12\,000}{1,6 \cdot 600} + \frac{20\,000}{4 \cdot 11\,000} = 13 \text{ рад.}$$

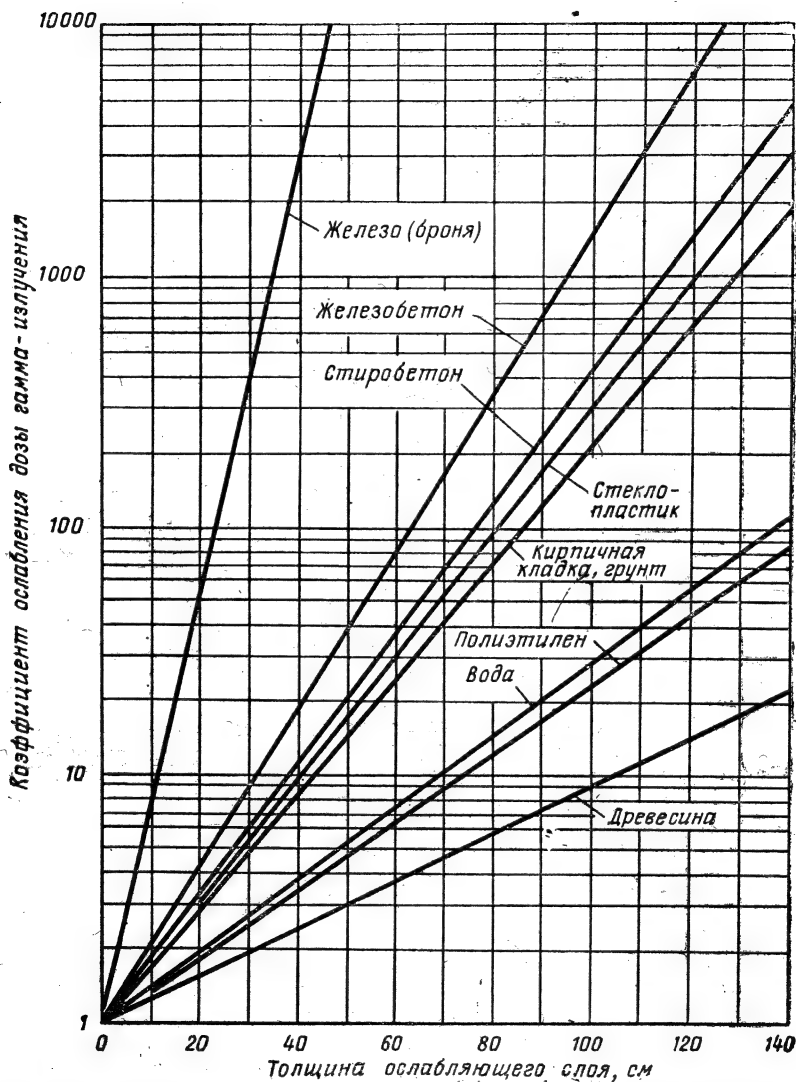


Рис. 3.14. Зависимость коэффициента ослабления дозы гамма-излучения от толщины материалов

Пример 8. Определить дозу радиации, которую получит экипаж танка, находящегося на удалении 1200 м от центра взрыва мощностью 5 тыс. т, при боевых действиях в горной местности. Средняя толщина брони танка равна 8 см.

Решение. 1. По рис. 3.10 и 3.11 находим дозы радиации вне танка

$$D_{от} = 200 \cdot 1,7 = 340 \text{ рад};$$

$$D_{он} = 120 \cdot 2,1 = 250 \text{ рад}.$$

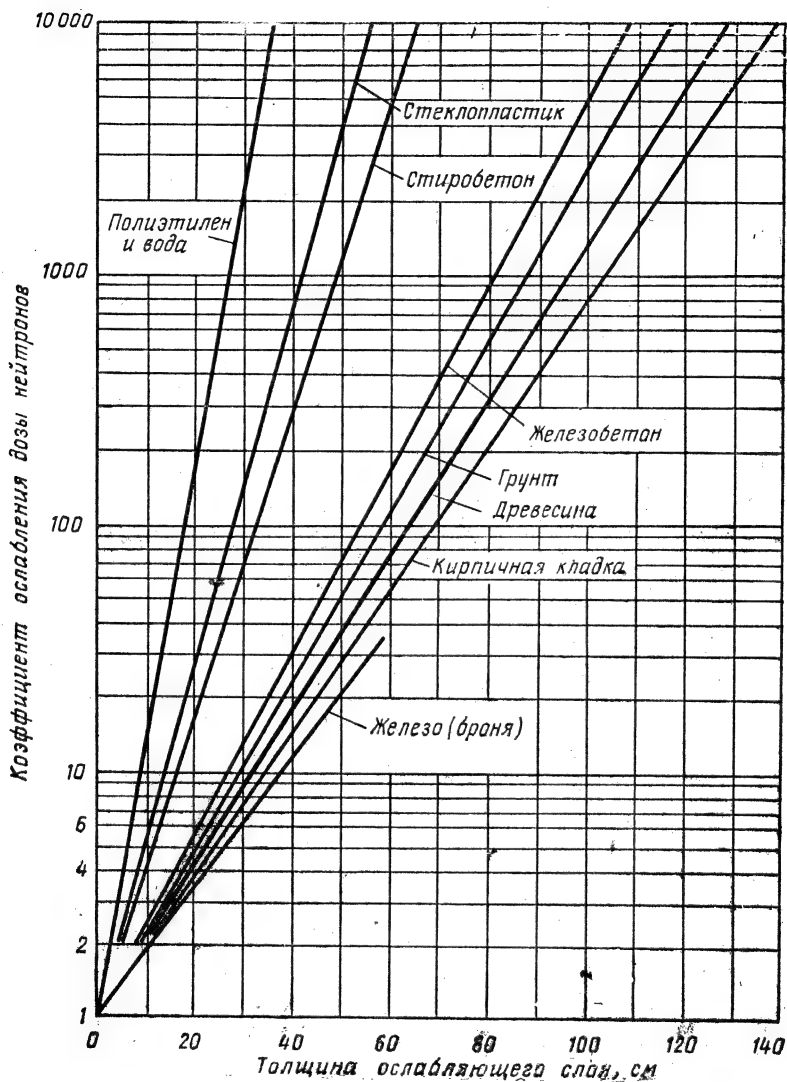


Рис. 3.15. Зависимость коэффициента ослабления дозы нейтронов от толщины материалов

2. По рис. 3.14 и 3.15 находим степень ослабления броней гамма-излучения и нейтронов

$$K_{\gamma} = 5; K_n = 1,7.$$

Значение средней мощности дозы излучения радиоактивного заражения местности на оси следа облака взрыва на 1 ч после взрыва, рад/ч

Расстояние от центра (эпцентра) взрыва, км		Мощность взрыва, тыс. т														Вид взрыва	
1	2	0,01	0,05	0,1	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Скорость среднего ветра 10 км/ч																	
1	Н	4,9	21	37	135	220	360	665	1030	1250	2090	3000	4220	6390	5330		
	В	2,4	6,1	8,8	19	26	34	47	58	67	72	84	97	115	130		
2	Н	1,6	8,4	16	70	125	225	465	780	1030	1910	2970	4520	7560	6830		
	В	1	3	4,8	13	19	27	43	58	63	89	110	140	175	130		
4	Н	—	2,2	4,8	25	50	96	225	410	605	1260	2140	3570	6590	6530		
	В	—	1	1,7	5,8	9,5	15	27	41	50	80	110	155	220	180		
6	Н	—	—	2	12	25	50	125	245	380	850	1540	2710	5300	5560		
	В	—	—	—	3,2	5,5	9,2	18	29	38	65	97	140	215	190		
8	Н	—	—	1	6,6	14	30	79	160	260	610	1140	2100	4280	4680		
	В	—	—	—	1,9	3,5	6,1	13	21	29	53	83	135	200	185		
10	Н	—	—	—	4	8,9	19	53	110	185	455	880	1670	3510	3960		
	В	—	—	—	1,3	2,4	4,3	9,4	16	23	44	71	110	185	175		
12	Н	—	—	—	2,6	6	13	38	80	140	350	695	1350	2920	3380		
	В	—	—	—	—	1,7	3,2	7,2	13	19	37	61	99	170	165		
14	Н	—	—	—	1,8	4,2	9,5	28	61	110	280	565	1120	2470	2920		
	В	—	—	—	—	1,3	2,4	5,6	10	15	31	53	88	155	155		
16	Н	—	—	—	1,3	3,1	7,1	21	47	85	225	465	935	2110	2540		
	В	—	—	—	—	1	1,9	4,5	8,4	13	27	46	79	140	145		

Расстояние от центра (эпицентра) взрыва, км		Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
			2												
Скорость среднего ветра 50 км/ч															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	H	5,7	16	25	59	82	115	165	215	220	290	350	420	510	370
	B	2,8	4,8	5,8	8,4	9,5	10	11	12	10	11	12	14	18	16
2	H	3	10	17	49	74	110	180	255	280	415	545	695	925	700
	B	1,8	3,7	5	8,9	11	13	17	19	17	19	21	21	22	13
4	H	1,1	4,4	7,8	28	46	74	140	210	260	430	620	865	1270	1060
	B	—	2	2,9	6,4	8,7	12	17	21	21	27	32	37	42	29
6	H	—	2,3	4,3	17	30	51	100	165	216	380	580	860	1330	1170
	B	—	1,1	1,8	4,5	6,6	9,3	14	19	21	29	37	45	54	40
8	H	—	1,4	2,6	11	20	36	77	130	180	330	520	805	1300	1200
	B	—	—	1,2	3,4	5	7,4	12	17	20	29	38	48	61	47
10	H	—	—	1,8	8	15	27	60	105	150	285	465	740	1240	1180
	B	—	—	—	2,6	4	6,1	11	15	18	28	37	50	65	52
12	H	—	—	—	6	11	21	48	85	125	250	415	675	1160	1130
	B	—	—	1,2	2	3,2	5	9,1	13	17	26	36	50	67	55
14	H	—	—	—	4,6	8,8	17	39	71	105	220	370	620	1080	1080
	B	—	—	—	1,6	2,7	4,3	7,9	12	15	24	35	49	68	57
16	H	—	—	—	3,6	7,1	14	33	60	92	190	330	565	1010	1020
	B	—	—	—	1,4	2,2	3,6	6,9	11	14	23	33	48	68	58
18	H	—	—	—	2,9	5,8	11	27	51	80	170	300	520	940	970
	B	—	—	—	1,1	1,9	3,1	6,1	9,6	13	21	32	46	67	58
20	H	—	—	—	2,4	4,8	9,5	23	44	70	150	270	480	880	920
	B	—	—	—	1	1,6	2,7	5,4	8,7	12	20	30	45	66	58

Радиусы выхода из строя вооружения и военной техники при ядерных взрывах, км

Наименование	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Ракетная и авиационная техника																	
Баллистические ракеты оперативно-тактического и тактического назначе- ния на пусковых установ- ках	Н	0,07	0,17	0,32	0,43	0,54	0,62	0,73	0,92	1,16	1,33	1,57	1,98	2,50	2,86	3,39	4,27
	В	0,07	0,18	0,35	0,46	0,57	0,66	0,78	0,98	1,23	1,41	1,68	2,11	2,66	3,05	3,61	4,55
Пусковые установки	Н	0,06	0,15	0,28	0,36	0,46	0,52	0,62	0,78	0,99	1,13	1,34	1,69	2,13	2,43	2,89	3,64
	В	0,06	0,15	0,29	0,38	0,48	0,55	0,65	0,82	1,03	1,18	1,40	1,76	2,22	2,54	3,01	3,79
Истребители и истре- бители-бомбардировщи- ки	Н, В	0,08	0,21	0,4	0,53	0,67	0,77	0,91	1,15	1,45	1,66	1,97	2,48	3,12	3,57	4,24	5,34
	Н	0,16	0,39	0,75	0,99	1,24	1,42	1,69	2,12	2,68	3,06	3,63	4,58	5,77	6,60	7,83	9,86
Бомбардировщики	В	0,18	0,46	0,86	1,14	1,44	1,65	1,95	2,46	3,10	3,55	4,21	5,31	6,68	7,65	9,07	11,4
	Н	0,22	0,56	1,06	1,40	1,76	2,02	2,39	3,02	3,80	4,35	5,16	6,50	8,19	9,37	11,1	14,0
Транспортные самоле- ты и вертолеты	В	0,25	0,64	1,21	1,60	2,02	2,31	2,74	3,45	4,34	4,97	5,89	7,43	9,36	10,7	12,7	16,0
Бронетанковая техника и артиллерийское вооружение																	
Танки	Н	0,02	0,05	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,27	0,34	0,39	0,46	0,59	0,74	0,84	1,00	1,26
	В	0,03	0,07	0,12	0,16	0,21	0,24	0,28	0,35	0,45	0,51	0,60	0,76	0,96	1,10	1,30	1,64
Боевые машины пехо- ты, бронетранспортеры, самоходные орудия и ми- нометы, буксируемые ми- нометы	Н	0,03	0,09	0,16	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1,00	1,26	1,44	1,71	2,15
	В	0,05	0,11	0,22	0,29	0,36	0,41	0,49	0,61	0,77	0,89	1,05	1,32	1,67	1,91	2,26	2,85

Наименование	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. г															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Буксируемые орудия наземной артиллерии и зенитные установки	Н	0,04	0,10	0,19	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,91	1,14	1,44	1,64	1,95	2,46
	В	0,05	0,12	0,22	0,29	0,37	0,42	0,50	0,63	0,80	0,91	1,08	1,36	1,72	1,97	2,34	2,94
Реактивные системы залпового огня	Н, В	0,06	0,16	0,30	0,40	0,50	0,58	0,68	0,86	1,08	1,24	1,47	1,85	2,33	2,67	3,16	3,99
Автомобильная техника																	
Многоцелевые автомобили и специальные лесные тягачи	Н	0,10	0,26	0,49	0,65	0,82	0,94	1,11	1,40	1,76	2,02	2,39	3,02	3,80	4,35	5,16	6,5
	В	0,11	0,29	0,55	0,72	0,91	1,04	1,23	1,55	1,95	2,24	2,65	3,34	4,21	4,82	5,71	7,2
Транспортные тягачи, тракторы	Н	0,08	0,21	0,4	0,53	0,67	0,76	0,91	1,14	1,44	1,65	1,95	2,46	3,1	3,55	4,21	5,3
	В	0,09	0,23	0,43	0,57	0,72	0,82	0,98	1,23	1,55	1,77	2,1	2,64	3,33	3,82	4,52	5,7
Кузова-фургоны на шасси автомобилей, прицепов и полуприцепов, автобусы	Н	0,14	0,36	0,68	0,9	1,13	1,3	1,54	1,94	2,44	2,8	3,32	4,18	5,26	6,02	7,14	9
	В	0,18	0,44	0,83	1,1	1,38	1,59	1,88	2,37	2,98	3,42	4,05	5,11	6,43	7,36	8,73	11
Стрелковое оружие и гранатометы																	
Винтовки, карабины, автоматы, ручные пулеметы и ручные гранатометы	Н	0,04	0,1	0,2	0,26	0,33	0,37	0,44	0,56	0,7	0,81	0,95	1,2	1,52	1,73	2,06	2,59
	В	0,05	0,12	0,23	0,3	0,38	0,43	0,52	0,65	0,82	0,94	1,11	1,4	1,76	2,02	2,39	3,01

Наименование	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Станковые и крупнокалиберные пулеметы	Н	0,06	0,14	0,27	0,36	0,46	0,52	0,62	0,78	0,98	1,12	1,33	1,68	2,11	2,42	2,87	3,61
	В	0,06	0,15	0,29	0,38	0,48	0,54	0,65	0,81	1,02	1,17	1,39	1,75	2,2	2,52	2,99	3,77
	Н, В	0,06	0,16	0,3	0,4	0,5	0,57	0,68	0,86	1,08	1,24	1,47	1,85	2,33	2,66	3,16	3,98
Станковые гранатометы																	
Радиолокационная техника и средства связи																	
Подвижная техника связи на бронбазе	Н, В	0,06	0,15	0,29	0,4	0,51	0,58	0,69	0,87	1,1	1,26	1,49	1,87	2,36	2,7	3,21	4,04
	Н	0,11	0,28	0,54	0,7	0,88	1,01	1,2	1,51	1,9	2,17	2,58	3,25	4,09	4,68	5,56	7
Подвижная техника связи на автомобильной базе	В	0,12	0,3	0,56	0,75	0,95	1,08	1,28	1,62	2,04	2,33	2,76	3,48	4,39	5,02	5,95	7,5
	Н	0,05	0,12	0,23	0,3	0,38	0,43	0,51	0,65	0,81	0,93	1,11	1,39	1,75	2,01	2,38	3
Переносные радиостанции	В	0,05	0,13	0,26	0,34	0,43	0,49	0,58	0,73	0,92	1,05	1,25	1,58	1,99	2,27	2,69	3,39
	Н	0,05	0,13	0,24	0,32	0,41	0,46	0,55	0,69	0,87	1	1,19	1,49	1,88	2,16	2,56	3,22
Телефонно-телеграфная аппаратура, постоянные воздушные линии связи	В	0,06	0,14	0,27	0,35	0,44	0,51	0,6	0,76	0,96	1,09	1,3	1,63	2,06	2,36	2,8	3,52
	Н	0,01	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,14	0,18	0,2	0,24	0,3	0,38	0,43	0,51	0,64
Полевые кабели связи, проложенные в грунте	В	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1	0,13	0,14	0,17	0,21	0,27	0,31	0,37	0,46
	Н	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1	0,13	0,14	0,17	0,21	0,27	0,31	0,37	0,46

Примечание. Приведенные в табл. 4.20 значения радиусов практически могут быть использованы для оценки результатов взрывов в любых физико-географических условиях.

Радиусы зон выхода из строя при ядерных взрывах жилых зданий, промышленных сооружений, сетей коммунального хозяйства, подвальных убежищ и мостов, км

Наименование сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т												
		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Малоэтажные кирпичные здания	Н	0,71	0,89	1,02	1,21	1,52	1,92	2,19	2,6	3,27	4,13	4,72	5,6	7,05
	В	0,78	0,98	1,13	1,33	1,68	2,12	2,42	2,88	3,62	4,56	5,22	6,19	7,8
Многоэтажные кирпичные здания	Н	0,83	1,05	1,20	1,43	1,8	2,26	2,59	3,07	3,87	4,88	5,58	6,62	8,34
	В	0,94	1,18	1,35	1,6	2,01	2,54	2,91	3,44	4,34	5,47	6,25	7,42	9,35
Деревянные здания	Н	1,15	1,45	1,66	1,97	2,48	3,12	3,57	4,24	5,34	6,73	7,7	9,13	11,5
	В	1,28	1,61	1,85	2,19	2,76	3,47	3,98	4,72	5,94	7,49	8,57	10,2	12,8
Каркасные здания со стенами из железобетонных панелей, кирпича и блоков	Н, В	0,41	0,52	0,59	0,7	0,88	1,11	1,28	1,51	1,91	2,4	2,75	3,26	4,1
	Н, В	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,22	1,4	1,66	2,09	2,63	3,01	3,57	4,5
Подвальные убежища для населения	Н	0,17	0,21	0,24	0,28	0,36	0,45	0,52	0,61	0,77	0,97	1,1	1,3	1,7
	В	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,9	1,1
Сети коммунального хозяйства (водопровод, канализация, газопровод)	Н	0,1	0,13	0,14	0,17	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1
	В	0,07	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,32	0,4	0,46	0,54	0,7
Металлические мосты с длиной пролета:	Н	0,22	0,27	0,31	0,37	0,46	0,58	0,67	0,79	1	1,26	1,44	1,71	2,15
	В	0,27	0,35	0,4	0,47	0,59	0,74	0,85	1,01	1,27	1,6	1,83	2,17	2,74
до 45 м	Н	0,31	0,39	0,45	0,53	0,67	0,85	0,97	1,15	1,45	1,82	2,08	2,47	3,11
	В	0,35	0,44	0,5	0,6	0,75	0,95	1,09	1,29	1,62	2,04	2,34	2,77	3,49
100 м и более	Н	0,25	0,31	0,35	0,42	0,53	0,67	0,76	0,91	1,14	1,44	1,65	1,95	2,46
	В	0,2	0,25	0,29	0,34	0,43	0,54	0,62	0,73	0,92	1,16	1,33	1,58	1,99
Железобетонные мосты с длиной пролета 20 м и более														

Радиусы выхода из строя войсковых фортификационных сооружений, км

Наименование сооружений	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
		0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Сооружения открытого типа: траншеи, ходы сообщения, щели и окопы без одежды крутостей	Н	0,05	0,11	0,19	0,24	0,3	0,35	0,41	0,52	0,65	0,75	0,88	1,11	1,4	1,61	1,9	2,4
	В	0,04	0,09	0,15	0,2	0,25	0,28	0,34	0,42	0,53	0,61	0,72	0,91	1,14	1,31	1,55	1,96
	Н	0,04	0,08	0,14	0,17	0,22	0,25	0,29	0,37	0,47	0,53	0,63	0,8	1,01	1,15	1,37	1,72
	В	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,2	0,24	0,3	0,38	0,43	0,51	0,64	0,81	0,93	1,1	1,38
Окопы для артиллерии и танков	Н	0,04	0,09	0,16	0,2	0,25	0,28	0,33	0,42	0,53	0,61	0,72	0,9	1,14	1,3	1,55	1,95
	В	0,03	0,07	0,12	0,16	0,2	0,23	0,28	0,35	0,44	0,5	0,59	0,75	0,94	1,08	1,28	1,61
	Н	0,02	0,05	0,09	0,14	0,17	0,2	0,23	0,29	0,37	0,42	0,5	0,63	0,8	0,91	1,08	1,37
	В	0,02	0,04	0,06	0,11	0,14	0,16	0,18	0,23	0,29	0,34	0,4	0,5	0,63	0,72	0,86	1,08
Сооружения закрытого типа промышленного изготовления для ведения огня, наблюдения и защиты личного состава на пунктах управления	Н	0,04	0,08	0,14	0,17	0,21	0,24	0,29	0,36	0,46	0,52	0,62	0,78	0,99	1,13	1,34	1,67
	В	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,2	0,23	0,29	0,37	0,42	0,5	0,63	0,79	0,9	1,07	1,35
	Н	0,03	0,07	0,12	0,15	0,19	0,21	0,25	0,32	0,4	0,46	0,55	0,69	0,87	0,99	1,18	1,48
	В	0,03	0,06	0,1	0,12	0,15	0,17	0,2	0,25	0,32	0,37	0,43	0,55	0,69	0,79	0,94	1,18
Сооружения закрытого типа из местных материалов: для ведения огня и блиндажи; убежища	Н	0,04	0,08	0,14	0,17	0,21	0,24	0,29	0,36	0,46	0,52	0,62	0,78	0,99	1,13	1,34	1,67
	В	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,2	0,23	0,29	0,37	0,42	0,5	0,63	0,79	0,9	1,07	1,35
	Н	0,03	0,07	0,12	0,15	0,19	0,21	0,25	0,32	0,4	0,46	0,55	0,69	0,87	0,99	1,18	1,48
	В	0,03	0,06	0,1	0,12	0,15	0,17	0,2	0,25	0,32	0,37	0,43	0,55	0,69	0,79	0,94	1,18

4.11. Воздействие ядерного взрыва на грунт и лесные массивы

Воздействие ядерного взрыва на грунт в большой степени зависит от вида взрыва.

При наземном взрыве в грунте образуется воронка, окруженная навалом выброшенной взрывом земли (рис. 4.19). Размеры воронки зависят от мощности взрыва и свойств грунта. Диаметр d_v и глубина воронки h_v , образующейся в мягких грунтах (суглинок, супесь), приведены в табл. 4.23, в скальных грунтах (песчаник, известняк, гранит) размеры воронки уменьшаются примерно в 1,2 раза.

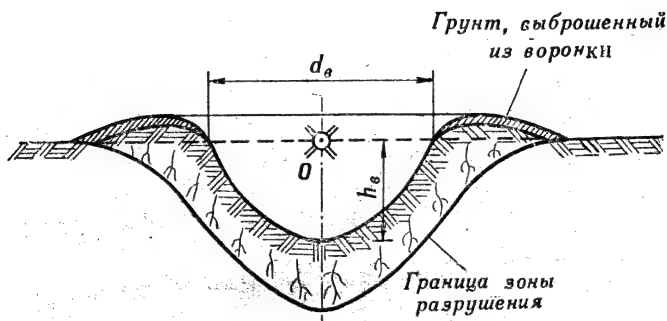


Рис. 4.19. Воронка наземного ядерного взрыва

Таблица 4.23

Размеры воронки в мягких грунтах при наземном взрыве, м

Мощность взрыва, тыс. т	Размеры воронки		Мощность взрыва, тыс. т	Размеры воронки	
	диаметр	глубина		диаметр	глубина
1	34	5	50	105	16
2	40	6	100	130	19
3	46	7	200	160	24
5	54	8	300	180	27
10	66	10	500	220	35
20	80	12	1000	260	40
30	90	14			

Вблизи центра взрыва поверхностный слой земли оплавля-ется, превращаясь в стекловидный шлак.

На значительных расстояниях от центра взрыва наблюда-ются вспучивания и трещины в грунте. Вспучивания и трещи-ны в мягких грунтах образуются в результате выхода на по-верхность земли волны, отраженной от подстилающих эти грунты скальных пород. При выходе отраженной волны на по-верхность образуется волна разрежения, и в грунте возникают

Радиусы зон разрушения спелого смешанного леса при ядерных взрывах, км

Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т															
	0,01	0,1	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
Полное разрушение леса																
Н	0,09	0,19	0,32	0,40	0,50	0,58	0,68	0,86	1,1	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,2	4,0
В	0,10	0,21	0,36	0,45	0,57	0,65	0,77	0,97	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3,0	3,6	4,5
Сплошные завалы																
Н	0,11	0,23	0,40	0,50	0,63	0,72	0,86	1,1	1,4	1,6	1,8	2,3	2,9	3,3	4,0	5,0
В	0,12	0,26	0,44	0,55	0,69	0,79	0,94	1,2	1,5	1,7	2,0	2,6	3,2	3,7	4,4	5,5
Частичные завалы																
Н	0,15	0,32	0,56	0,70	0,88	1,0	1,2	1,5	1,9	2,2	2,6	3,2	4,1	4,7	5,6	7,0
В	0,16	0,35	0,60	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,8	3,5	4,4	5,0	6,0	7,5

Примечание. На 1 м² зоны сплошных завалов: количество разрушенной древесины составляет 0,02 м³, а зоны частичных завалов — 0,01 м³. Количество разрушенной древесины в молодом лесу уменьшается в 2 раза.

Зона частичных завалов (давление $0,1-0,3$ кгс/см²), в которой разрушено до 30% деревьев.

При воздушном взрыве в районе эпицентра может сохраниться часть неповаленных деревьев, с которых полностью сожраны кроны.

Размеры зон разрушения спелого леса приведены в табл. 4.24. Размеры зон разрушения леса с учетом породы и возраста деревьев, характеристик грунта определяются путем умножения данных табл. 4.24 на соответствующие коэффициенты табл. 4.25 и табл. 4.26. При этом полученное значение радиуса поражения леса той или иной степени должно быть не меньше радиуса полного уничтожения леса, где давление ударной волны составляет $0,5$ кгс/см². Если полученный радиус будет меньше радиуса полного уничтожения леса, то он принимается равным последнему.

Таблица 4.25

Значения коэффициента, учитывающего грунтово-влажностные условия

Тип грунта	Тип грунта по условиям дренажа	
	недренируемый	дренируемый
Глинистый	1,5	1,3
Илистый	1,0	0,8
Песчаный	0,75	0,6

Таблица 4.26

Значения коэффициента, учитывающего породу и возраст деревьев

Породы деревьев	Возраст деревьев		
	молодые	спелые	старые
Ель	1,15	1,2	1,25
Пихта	1,10	1,15	1,20
Осина и ольха	1,05	1,10	1,15
Береза	1,0	1,05	1,10
Сосна	0,95	1,0	1,05
Лиственница	0,9	0,95	1,0
Кедр	0,85	0,9	0,95
Липа и ясень	0,8	0,85	0,9
Дуб и бук	0,75	0,8	0,85

Под действием светового излучения в лесу возможно возникновение отдельных и сплошных пожаров, которые представляют опасность для войск. Очаги отдельных пожаров создаются на опушках леса, а сплошные пожары могут возникать при световом импульсе $10-20$ кал/см² непосредственно в лесном

массиве под кронами деревьев. В зоне полного разрушения леса пожар, как правило, не возникает.

Лесные пожары подразделяются на низовые и верховые. Преобладающий и наиболее устойчивый вид лесного пожара — низовой, при котором горит лесной подстил (сухие листья, трава, сучья и т. п.). Скорость распространения низового пожара составляет в среднем 100—200 м/ч, а верхового — 200—600 м/ч; при сильном ветре скорость распространения пожаров может увеличиться соответственно до 1 и 5—25 км/ч. Верховой пожар возникает, как правило, при переходе огня с лесного подстила на кроны и стволы деревьев. Он особенно опасен в хвойном лесу. Наличие сухостоя, валежника, завалов усиливает лесные пожары и затрудняет борьбу с ними.

Значения радиусов зон возникновения пожаров в лесах при чистом воздухе приведены в табл. 4.27.

Таблица 4.27

Радиусы зон возникновения пожаров в лесах, км

Мощность взрыва, тыс. т	Вид взрыва		Мощность взрыва, тыс. т	Вид взрыва	
	Н	В		Н	В
0,01	0,04	0,07	20	1,2	1,9
0,1	0,12	0,20	30	1,4	2,3
0,5	0,25	0,40	50	1,7	2,8
1	0,34	0,54	100	2,2	3,7
2	0,45	0,73	200	3,0	4,8
3	0,54	0,87	300	3,5	5,6
5	0,67	1,1	500	4,3	6,9
10	0,89	1,4	1000	5,7	9,0

4.12. Поражающее действие электромагнитного импульса ядерного взрыва

Поражающее действие электромагнитного импульса (ЭМИ) ядерного взрыва на вооружение и военную технику проявляется в нарушении работоспособности радиоэлектронной аппаратуры и электротехнического оборудования. Степень поражающего действия зависит от параметров ЭМИ, стойкости аппаратуры и характера взаимодействия ее с электромагнитными полями ядерного взрыва. На практике обычно различают непосредственное действие ЭМИ на аппаратуру и воздействие на нее через коммуникационные линии. Наводимые на коммуникационных линиях токи и напряжения могут представлять опасность для аппаратуры и личного состава, находящихся на безопасных удалениях от воздействия других поражающих факторов ядерного взрыва.

Уязвимыми к непосредственному воздействию ЭМИ являются наиболее чувствительные элементы радиоэлектронной и

электротехнической аппаратуры (магнитные сердечники, пьезоэлементы, электровакуумные и газоразрядные приборы и др.). В результате непосредственного воздействия ЭМИ и в зависимости от типа элемента, а также особенностей его конструкции одни из них могут временно или полностью потерять работоспособность, другие — вносить существенные помехи в работу аппаратуры.

Так, для некоторых магнитных сердечников, изготовленных из марганцово-цинковых ферритов и работающих в слабых полях, характерно сравнительно длительное время восстановления магнитной проницаемости, достигающее 30 мин после воздействия импульсного магнитного поля. Изменение магнитной проницаемости сердечников влияет на величину индуктивности дросселей и катушек и, следовательно, на работоспособность аппаратуры в целом.

В пьезоэлементах на длительное время изменяется частота кварцевого резонатора в результате поглощения энергии электромагнитного поля.

Работоспособность электровакуумных и газоразрядных приборов может быть нарушена в результате возникновения на выводах напряжений и токов от воздействия ЭМИ.

В общем случае нарушение нормальной работы радиоэлектронной и электротехнической аппаратуры в результате непосредственного воздействия ЭМИ можно отнести к довольно редким явлениям, поскольку металлические кожухи самой аппаратуры, ограждающие конструкции сооружений, корпуса летательных аппаратов и т. п., в которых она размещается, значительно ослабляют поражающее действие ЭМИ. Личный состав не поражается от непосредственного действия ЭМИ.

В наибольшей степени поражающее действие электромагнитного импульса на личный состав, радиоэлектронную и электротехническую аппаратуру проявляется от наведенных токов и напряжений в кабельных линиях и антенно-фидерных устройствах.

Особенно высокие напряжения и значительные токи наводятся в кабельных линиях и антенно-фидерных устройствах, расположенных за пределами экранированных объектов.

Так, например, амплитудные значения напряжения на жилах кабельной линии относительно их металлопокрова при условии, если линия оказывается вблизи центра наземного взрыва, могут достигать десятков киловольт, а тока в металлопокрове кабеля — десятков килоампер.

Наведенные токи и напряжения могут превысить допустимые уровни для аппаратуры, подключенной к кабельным линиям и антенно-фидерным устройствам. В результате чего такая аппаратура, расположенная вне зоны действия других поражающих факторов, получит повреждения. Наведенные токи и напряжения могут приводить также к появлению ложных сигналов и к сбоям в работе радиоэлектронных систем.

На практике стойкость приборов к действию импульсных напряжений и токов обычно характеризуют пороговой энергией повреждения, предельной величиной и скоростью нарастания (крутизной) импульса напряжения (тока).

В общем случае различают необратимые и обратимые нарушения работоспособности аппаратуры от воздействия ЭМИ.

Необратимые нарушения могут быть следствием либо тепловой перегрузки, либо электрического перенапряжения.

В результате тепловой перегрузки могут наблюдаться следующие повреждения элементов аппаратуры:

- перегорание предохранительных вставок, резисторов;

- разрушение обкладок керамических конденсаторов и электродов маломощных разрядников;

- спекание контактов слаботочных реле;

- обрыв проводов в местах пайки (сварки);

- расплавление токоведущих и резистивных слоев полупроводниковых приборов.

Следствием электрического перенапряжения могут быть электрические пробои, которые характерны для конденсаторов, переходных штепсельных разъемов, контактных групп реле, изоляции кабельных изделий. Нередки случаи, когда эффекты электрического пробоя и тепловой перегрузки происходят вместе, взаимно влияют друг на друга.

К обратимым изменениям относятся временные сбои в работе аппаратуры. Обратимые изменения, как правило, имеют место при коротких импульсных напряжениях, энергия которых недостаточна для появления необратимых изменений.

Стойкость изделий радиоэлектронной техники и электротехники к воздействию импульсных напряжений (токов) в значительной степени отличается друг от друга. Так, например, для повреждения транзисторов и диодов требуется энергия от 10^{-1} до 10^{-8} Дж, для реле различных типов от 10^{-1} до 10^{-3} Дж, для электродвигателей и трансформаторов — более 10 Дж.

В целом стойкость аппаратуры к воздействию импульсных токов (напряжений) зависит от стойкости комплектующих ее изделий.

По степени подверженности воздействию наведенных токов и напряжений радиоэлектронную и электротехническую аппаратуру условно разделяют на три группы: высокочувствительную (устройства и приборы на микромодулях и микросхемах); средней чувствительности (аппаратура, в состав которой входят слаботочные реле, электровакуумные приборы, транзисторы средней и большой мощности); низкочувствительную (аппаратура электросилового оборудования, электродвигатели и генераторы, трансформаторы, автоматы, контакторы, реле и другие коммутационные и защитные аппараты силовых распределительных сетей).

В общем случае воздействие на аппаратуру и ее отказы зависят от параметров ЭМИ, стойкости самой аппаратуры, электрофизических характеристик грунта (проводимость, диэлект-

рическая и магнитная проницаемость, пробивное напряжение), характеристик кабельных изделий и антенно-фидерных устройств, подключенных к аппаратуре. Однозначно оценить роль каждого из этих факторов, как правило, не представляется возможным, так как они сложным образом связаны между собой. Поэтому оценивать воздействие ЭМИ на радиоэлектронные и электротехнические системы объектов необходимо отдельно для каждого конкретного случая с комплексным учетом действия всех этих факторов.

Эффективным способом защиты радиоэлектронной и электротехнической аппаратуры является применение металлических экранов, которые в значительной мере снижают параметры ЭМИ в экранированной полости. Электромагнитные поля могут появиться внутри экрана из-за диффузии внешних полей через стенки экрана, проникновения через неоднородности в экране (отверстия, щели и т. п.), а также за счет токов, заносимых внутрь экрана по металлопокровам внешних кабельных линий и с антенно-фидерных устройств.

В целях повышения эффективности защиты аппаратуры, расположенной внутри реальных экранов, применяют следующие меры:

- отдельные части экрана соединяют сваркой, выполненной сплошным непрерывным швом;

- металлические покрытия дверей в сооружениях электрически соединяют с основным экраном;

- применяют специальные трубы (патрубки) для ввода кабельных линий в сооружения; при этом трубы приваривают к основному экрану;

- металлопокровы кабельных линий и антенно-фидерных устройств соединяют с внешним контуром заземления сооружения или экраном сооружения с внешней его стороны;

- высокочувствительную аппаратуру размещают в центральной части экранированной полости;

- вентиляционные отверстия в экране оборудуют электромагнитной защитой в виде металлических коробов (волноводов) или металлической сетки, устанавливаемой на входе в отверстия.

Для защиты аппаратуры, подключенной к внешним кабельным линиям и антенно-фидерным устройствам, устанавливают разрядники, дренажные катушки; применяют полупроводниковые стабилитроны (опорные диоды) для защиты высокочувствительной радиоэлектронной аппаратуры. Используют кабели с малым сопротивлением металлопокровов, прокладывают параллельно с кабельными линиями защитные тросы и другие способы защиты.

Наведенные токи и напряжения могут представлять опасность для личного состава, находящегося в соприкосновении с электропроводящими коммуникациями.

Для защиты личного состава от поражающего действия наведенных токов и напряжений наряду с общими мероприятиями

ми по обеспечению электробезопасности необходимо принимать следующие дополнительные меры: покрывать полы рабочих помещений изоляционным материалом; применять рациональное заземление, обеспечивающее выравнивание потенциалов между частями электроустановок, металлоконструкций, стоек с аппаратурой, щитов, блоков и т. д., которых одновременно может касаться личный состав; строго соблюдать требования техники безопасности по эксплуатации импульсных электро-разрядных установок при проведении работ, связанных с выполнением профилактических мероприятий и ремонтом аппаратуры и кабельных линий.

4.13. Особенности поражающего действия взрывов нейтронных боеприпасов

При взрывах нейтронных боеприпасов основным поражающим фактором, определяющим выход из строя личного состава, расположенного вне укрытий, в БМП, танках, открытых и закрытых фортификационных сооружениях, является проникающая радиация. Действие на личный состав ударной волны и светового излучения проявляется на значительно меньших расстояниях от эпицентра взрыва.

Таблица 4.23

Радиусы немедленного выхода из строя личного состава при взрывах нейтронных боеприпасов, км

Условия расположения личного состава	Вид взрыва	Мощность взрыва, тыс. т		
		0,5	1	2
Открыто на местности	Н	0,7	0,8	0,9
	В	0,8	0,9	1
В БМП и БТР	Н	0,65	0,75	0,85
	В	0,7	0,8	0,9
В танках	Н	0,45	0,55	0,65
	В	0,5	0,6	0,7
В перекрытых щелях	Н	0,4	0,5	0,6
	В	0,5	0,6	0,7
В блиндажах	Н	0,3	0,4	0,5
	В	0,2	0,3	0,4
В убежищах	Н	0,1	0,15	0,2
	В	0,05	0,1	0,15

Результаты взрывов нейтронных боеприпасов будут использоваться войсками, как правило, немедленно после нанесения ударов. Поэтому поражающее действие таких взрывов целесообразно оценивать радиусами немедленного выхода из строя

личного состава, т. е. в течение нескольких минут после взрыва. Величина дозы проникающей радиации, вызывающая немедленный выход из строя личного состава (через 5—15 мин после взрыва), составляет примерно 5000 рад.

Радиусы немедленного выхода из строя личного состава при взрывах нейтронных боеприпасов приведены в табл. 4.28.

При взрывах нейтронных боеприпасов военная техника, вооружение и сооружения от действия ударной волны получают на одних и тех же расстояниях от эпицентра взрыва более слабые повреждения, чем при взрывах обычных ядерных боеприпасов той же мощности. Объясняется это тем, что при взрывах нейтронных боеприпасов, по сравнению с обычными, меньшая доля энергии идет на образование воздушной ударной волны. Считается, что взрыв нейтронного боеприпаса по действию ударной волны и светового излучения будет примерно эквивалентен 0,5—0,7 мощности взрыва обычного ядерного боеприпаса. Поэтому для оценки поражающего действия взрывов нейтронных боеприпасов на вооружение, военную технику и сооружения используют радиусы выхода из строя этих объектов при взрывах обычных боеприпасов, уменьшенные в 1,1—1,3 раза.

Глава 5

ПОРАЖАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ВЫСОТНОГО, ПОДЗЕМНОГО, ПОДВОДНОГО И НАДВОДНОГО ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

5.1. Высотный ядерный взрыв

В главе 2 указывалось, что поражающими факторами высотного ядерного взрыва являются: воздушная ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, рентгеновское излучение, газовый поток и электромагнитный импульс.

Поражающее действие высотных ядерных взрывов рассматривают, как правило, на воздушные и космические цели. А на наземные объекты (личный состав, радиоэлектронную и электротехническую аппаратуру) — только воздействие ЭМИ.

Эффективность и характер воздействия высотного ядерного взрыва на воздушные и космические объекты, расположенные на одинаковых расстояниях от центра взрыва, в значительной степени зависят от высоты взрыва и определяются в основном перераспределением энергии взрыва между поражающими факторами.

Воздушная ударная волна является основным поражающим фактором при взрывах на высотах до 30 км. С увеличением высоты взрыва вследствие разрежения атмосферы ее параметры (избыточное давление во фронте, температура, скоростной напор) резко падают и она утрачивает свое значение как поражающий фактор.

Эффективность поражающего действия светового излучения с увеличением высоты взрыва растет, достигает максимума при взрыве на высоте 60 км, а затем уменьшается.

При этом максимальное значение энергии взрыва, переходящее в световое излучение, достигает 85%, т. е. почти в 3 раза больше, чем при наземном и воздушном взрывах. При взрыве на высоте 80 км на световое излучение приходится уже единицы процентов энергии взрыва. Поэтому при взрывах на высотах более 80 км этот фактор не играет заметной роли в поражении воздушных и космических целей.

Проникающая радиация является важным поражающим фактором для всех воздушных и космических целей. Проника-

ющая радиация выводит из строя воздушные и космические цели, воздействуя на ядерный заряд, систему автоматики и бортовую радиоэлектронную аппаратуру, а также личный состав экипажей пилотируемых средств. Ослабление потока проникающих излучений заметно сказывается лишь при взрывах на высотах до 20 км. На больших высотах ослабление несущественно, поэтому поражающее действие проникающей радиации остается с изменением высоты практически постоянным.

Специфическим поражающим фактором высотного ядерного взрыва является рентгеновское излучение. Для обычных боеприпасов эффективное воздействие рентгеновского излучения проявляется на высотах более 60 км. Основная энергия излучения в этом случае приходится на сравнительно низкоэнергетические кванты с максимальной энергией 10—20 килоэлектрон-вольт (кэВ). Падая на объект, рентгеновское излучение поглощается в тонком поверхностном слое материала оболочки и разогревает его до высоких температур (несколько сот тысяч градусов). Нагретый слой испаряется, вследствие чего в зоне испарения возникает давление до миллионов атмосфер. В результате на поверхность преграды воздействует импульс давления, а в глубь материала оболочки распространяется волна сжатия. Образующаяся кратковременная нагрузка большой интенсивности может привести к разрушению или сильным деформациям корпуса, повреждению внутренних конструктивных элементов, отколам внутренних слоев и поражению осколками элементов системы автоматики и ядерного заряда.

При применении для поражения воздушных и космических целей специальных боеприпасов спектр рентгеновского излучения имеет повышенную жесткость (максимальная энергия квантов может достигать сотен кэВ). Поражающее действие такого излучения значительно увеличивается, а высота эффективного применения уменьшается до 10 км. Высокоэнергетичное рентгеновское излучение способно проникать на значительные глубины и кроме чисто механического воздействия обладает еще и тепловым. Распространяясь по толщине конструкции корпуса, оно вызывает нагрев материалов и, следовательно, уменьшает их прочностные свойства или приводит к повреждению. Кроме того, жесткое рентгеновское излучение может проникать через корпус объекта и непосредственно воздействовать на внутреннее оборудование, вызывая необратимые повреждения материалов и элементов аппаратуры, а также ионизационные эффекты, приводящие к сбоям в работе аппаратуры или выходу ее из строя.

Газовый поток, так же как и рентгеновское излучение, является специфическим поражающим фактором высотного взрыва. Эффективность поражающего действия газового потока оценивается по создаваемому им импульсу давления. Однако поскольку масса испарившегося вещества боеприпаса невелика, плотность энергии разлетающихся продуктов взрыва быст-

ро уменьшается, поэтому поражающее действие газового потока менее значительно, чем рентгеновского излучения.

Характер поражающего действия электромагнитного импульса высотных ядерных взрывов в основном аналогичен характеру поражающего действия ЭМИ наземных и воздушных взрывов.

Отличие состоит в том, что большие токи и напряжения наводятся на кабельных и воздушных линиях и других элементах, расположенных не только вблизи эпицентра взрыва, но и на расстояниях сотен километров от него. Вследствие этого личный состав, радиоэлектронная и электротехническая аппаратура могут быть выведены из строя от воздействия ЭМИ высотного ядерного взрыва, находясь на безопасных удалениях от поражения другими поражающими факторами.

При высотном ядерном взрыве возникают области повышенной ионизации атмосферы. Они поглощают радиоволны и изменяют направление их распространения. В результате возникают перебои в радиосвязи и работе радиолокационных станций, а в некоторых случаях полностью нарушается радиосвязь и делается невозможным радиолокационное наблюдение.

5.2. Подземный ядерный взрыв

Основными поражающими факторами подземного ядерного взрыва являются: сейсмовзрывные волны, местное действие взрыва на грунт и радиоактивное заражение местности (при взрыве с выбросом грунта).

Источником сейсмовзрывных волн при подземном взрыве является передача энергии грунту непосредственно в центре взрыва. При этом в грунте образуется волна сжатия.

Волна сжатия — основной поражающий фактор подземного ядерного взрыва, определяющий его действие на котлованные и подземные сооружения; она более интенсивна, чем эпицентральная волна при наземном взрыве.

Параметрами сейсмовзрывных волн, которые характеризуют их поражающее действие на заданном расстоянии от эпицентра взрыва, являются: давление (напряжение), смещение, скорость смещения и ускорение (перегрузка) грунта.

При взрыве с выбросом грунта в районе эпицентра образуется воронка. Около 30—50% поднятого взрывом грунта падает обратно в воронку, уменьшая ее глубину до так называемой видимой глубины воронки; остальная часть грунта падает за пределами воронки и образует зону навала, которая ввиду сильной радиоактивности и разрыхленности грунта может оказаться непроходимой для войск. Ширина зоны навала составляет два-три радиуса воронки, а максимальная высота гребня навала — 0,1 радиуса воронки.

Размеры воронки при подземных ядерных взрывах определяются мощностью и глубиной взрыва и видом грунта. При увеличении глубины взрыва до (5—6) $q^{1/3,4}$ м размеры воронки

и объем выброшенного грунта увеличиваются, а при дальнейшем заглублении начинают уменьшаться и при глубине больше (7—9) $q^{1/3,4}$ м выброс грунта не наблюдается.

Значения радиуса и глубины воронки при подземных взрывах различной мощности в мягких грунтах приведены в табл. 5.1. Эти значения даны для глубины взрыва $1,5 q^{1/3,4}$ м, соответствующей максимальному радиоактивному заражению местности, и для глубины взрыва $5 q^{1/3,4}$ м, при которой воронка имеет наибольшие размеры. В скальных грунтах размеры воронки на 10—20% меньше, чем в мягких.

Таблица 5.1

Значения радиуса и глубины воронки при подземном ядерном взрыве в мягком грунте, м

Размеры воронки	Мощность взрыва															
	т								тыс. т							
	10	20	30	50	100	200	300	500	1	2	3	5	10	20	30	50

Взрыв с максимальным радиоактивным заражением местности (глубина взрыва $1,5 b^{1/3,4}$ м)

Глубина взрыва	3	3,6	4	4,7	5,8	7	8	9	11	14	16	18	23	27	31	36	44
Радиус воронки	10	13	14	16	20	25	28	32	40	49	55	65	78	95	110	125	150
Глубина воронки	5	6	7	8	10	13	14	17	21	25	28	33	40	49	56	65	80

Взрыв с максимальным выбросом грунта (глубина взрыва $5 q^{1/3,4}$ м)

Глубина взрыва	10	12	14	16	19	24	27	31	38	47	52	62	75	91	104	120	150
Радиус воронки	12	15	16	19	23	29	32	38	46	55	65	75	90	110	125	145	180
Глубина воронки	7	9	10	11	14	17	19	22	27	33	37	44	54	65	74	86	105

При подземном взрыве с выбросом грунта образуется также воздушная ударная волна, параметры которой уменьшаются с увеличением глубины взрыва. При взрыве на глубине (3—4) $q^{1/3,4}$ м и более воздушная ударная волна как поражающий фактор практического значения не имеет.

Поражающее действие сейсмозрывных волн на заглубленные сооружения обуславливается тем, что приход волны в данную точку вызывает резкое смещение грунта, а вместе с ним и сооружений. Грунт и сооружения испытывают давление и деформации. В результате разрушаются или повреждаются сооружения, выводятся из строя вооружение и оборудование сооружений, а также находящийся в них личный состав даже в тех случаях, когда сами сооружения не повреждаются. Кроме

Значения мощностей доз излучения радиоактивного заражения местности в районе подземного ядерного взрыва
с наветренной стороны на 1 ч после взрыва, рад/ч

Расстояние от эпицентра взрыва, м	Мощность взрыва												
	Т						ТМС. Т						
	10	20	50	100	200	500	1	2	5	10	20	50	100
50	465	1 020	2 600	4 550	6 050	8 830	11 700	15 600	22 800	30 300	32 600	47 500	63 200
100	44	135	485	1 150	2 540	6 530	11 700	15 600	22 800	30 300	32 600	47 500	63 200
200	1	4,8	31	105	325	1 190	2 850	6 320	16 300	30 300	32 600	47 500	63 200
300			3	14	56	275	805	2 120	6 610	14 300	23 500	47 500	63 200
400				2,2	11	74	255	785	2 910	7 040	12 700	33 000	63 200
500					2,6	23	89	315	1 360	3 650	7 200	20 600	42 400
600					1	6,9	33	130	670	1 960	5 200	13 200	28 800
700						2,3	13	58	340	1 090	2 520	8 700	20 000
800						1	5,1	26	175	620	1 540	5 800	14 070
900							2,1	12	94	360	965	3 900	10 000
1 000							1	6	51	210	610	2 680	7 200
1 500									3,1	19	74	470	1 600
2 000										2,1	11	97	405
2 500											1,9	22	115
3 000												5,7	35

Значения условной мощности дозы излучения на оси следа облака подземного ядерного взрыва на 1 ч после подземного взрыва, рад/ч (скорость среднего ветра 50 км/ч)

Расстояние от эпицентра взрыва, км	r						Мощность взрыва						Тыс. т				
	10	20	50	100	200	500	1	2	5	10	20	50	100				
1	16	28	59	100	175	340	560	900	1660	2590	3750	8060	15100				
2	5,9	11	25	46	83	175	310	525	1050	1730	2260	4260	6900				
4	1,6	3,2	7,8	15	29	67	125	225	500	875	1245	2500	4190				
6		1,3	3,5	7	14	34	65	125	290	530	790	1670	2910				
8			1,9	3,9	8	20	40	77	185	350	545	1200	2150				
10			1,1	2,4	5,1	13	26	52	130	250	400	900	1660				
12				1,6	3,4	9	19	38	96	190	305	705	1330				
14				1,1	2,5	6,6	14	28	73	145	240	570	1080				
16					1,8	5	10	22	58	115	195	465	905				
18					1,4	3,8	8,2	17	46	94	160	390	765				
20					1,1	3,1	6,6	14	38	78	135	330	655				
25						1,9	4,1	8,8	25	52	91	230	470				

того, могут разрушаться наземные промышленные и гражданские здания в результате колебаний их оснований.

При подземных взрывах с выбросом грунта происходит сильное радиоактивное заражение местности.

При взрывах на глубине $(1-2) q^{1/3,4}$ м значительная часть радиоактивных веществ и большое количество неактивного грунта выбрасываются в атмосферу. Грунт, смешиваясь с радиоактивными веществами, образует радиоактивную пыль. Общее количество такой пыли при неглубоких подземных взрывах значительно больше, чем при наземных, что обуславливает повышение степени заражения местности при этих взрывах по сравнению с наземными. Форма зараженных участков в районе неглубокого подземного взрыва и на следе, характер распределения мощностей доз излучения на оси следа и уменьшение их во времени такие же, как и при наземных взрывах.

В табл. 5.2 и 5.3 для примера приведены значения мощностей доз излучения в районе (с наветренной стороны) и на оси следа облака подземного ядерного взрыва на глубине $1,5 q^{1/3,4}$ м, соответствующей максимальному радиоактивному заражению местности.

По мере увеличения глубины взрыва количество радиоактивных веществ, выбрасываемых в атмосферу, уменьшается. В связи с этим уменьшается и степень заражения местности. При камуфлетных взрывах заражения местности в районе взрыва и на следе облака не происходит. При этих взрывах в эпицентре возможен только постепенный выход в атмосферу радиоактивных газов (в основном радиоактивных изотопов криптона и ксенона) через трещины в грунте. Выход радиоактивных газов может начаться сразу, а при большой глубине — через 10—20 ч после взрыва и продолжаться несколько суток. Радиоактивные газы могут распространяться в приземном слое атмосферы на расстояние до нескольких сот километров от эпицентра взрыва.

5.3. Подводный и надводный ядерные взрывы

При подводном ядерном взрыве поражение объектов флота и инженерных сооружений прибрежной полосы может быть вызвано взрывным султаном, подводной ударной волной, гравитационными волнами, сейсмозвзрывными волнами в воде сейсмического происхождения и воздушными ударными волнами. Кроме того, подводный взрыв может вызывать радиационное поражение, которое обуславливается главным образом гамма-излучением из облака султана, базисной волны, пароводяного облака и радиоактивно зараженной акватории. При взрыве вблизи дна образующийся вокруг воронки вал грунта может создать заграждение судоходных участков.

Основными поражающими факторами подводного ядерного взрыва являются взрывной султан, подводная ударная волна и гравитационные волны.

Взрывной султан представляет собой гигантский полый водяной столб, увенчанный конденсационным облаком. Основными параметрами взрывного султана являются радиус основания и высота подъема. Их значения зависят от мощности и глубины взрыва. При подводном ядерном взрыве среднего диапазона мощности на глубине 200 м радиус основания султана составляет около 400 м, высота подъема — 1000 м, а при взрыве сверхкрупного диапазона мощности на той же глубине радиус основания султана достигает 1000 м, высота подъема 3500 м.

Любые плавающие объекты и летательные аппараты, оказавшиеся в зоне султана, разрушаются.

Подводная ударная волна представляет собой резкое сжатие воды, распространяющееся во все стороны от центра взрыва. Она распространяется со скоростью около 1500 м/с. Переднюю границу подводной ударной волны называют фронтом. Здесь давление имеет максимальное значение.

В момент прихода фронта подводной ударной волны в данную точку давление воды в этой точке мгновенно увеличивается от гидростатического до максимального, находящийся здесь объект испытывает резкий удар. Качественно изменение давления в подводной ударной волне в данной точке с течением времени похоже на изменение давления в воздушной ударной волне. Отличие состоит в появлении вторичного плавного увеличения давления по истечении фазы разрежения.

Подводная ударная волна может оказывать поражающее действие на подводные лодки и надводные корабли вне зоны взрывного султана. Кроме того, в результате действия подводной ударной волны на корпус корабля возникают сотрясения его палуб и платформ, которые могут вызывать поражения личного состава.

Гравитационные волны, образующиеся в водоеме при подводном ядерном взрыве, подобны ветровым волнам. Они концентрически расходятся от эпицентра взрыва. Основными параметрами гравитационных волн являются их высота (расстояние по вертикали между гребнем и подошвой волны), длина (расстояние между двумя смежными вершинами) и скорость распространения.

Высота гравитационных волн может достигать десятков, длина — сотен метров. При приближении волн к берегу, где глубина акватории уменьшается, их высота увеличивается, а длина уменьшается. Вследствие этого поражающее действие гравитационных волн здесь усиливается.

Гравитационные волны могут:

- разрушать гидротехнические сооружения порта (молы, волноломы, причалы, пирсы, батопорты и т. п.);
- повреждать корабли, стоящие у пирсов, и даже выбрасывать их на берег;

- наносить ущерб расположенным на берегу вблизи уреза воды судостроительным и судоремонтным предприятиям;

повреждать подъемно-транспортное оборудование, средства связи и коммуникаций;

перемещать на значительное расстояние бетонные тетраэдры, железные и железобетонные ежи и надолбы системы противодесантных заграждений.

При подводных ядерных взрывах среднего и крупного диапазонов мощности на дне акватории глубиной несколько десятков метров гравитационные волны повреждают гидротехнические сооружения и противодесантные заграждения на расстоянии от эпицентра взрыва, равном соответственно 3—7 и 3—4 км.

При надводном ядерном взрыве поражение кораблей, береговых сооружений и личного состава может быть вызвано воздушной ударной волной, световым излучением, электромагнитным импульсом, ударными волнами в воде, пароводяным облаком, пароводяным столбом, проникающей радиацией и радиоактивным заражением. Однако, основным поражающим фактором надводного ядерного взрыва является воздушная ударная волна.

Воздушная ударная волна надводного ядерного взрыва аналогична воздушной ударной волне наземного взрыва.

При контактном надводном взрыве интенсивность светового излучения значительно больше, чем при наземном взрыве. Это объясняется тем, что, во-первых, поверхность воды обладает лучшей отражающей способностью по сравнению с поверхностью земли и, во-вторых, пары воды, образующиеся вокруг центра взрыва, меньше экранируют световое излучение, чем пылевые образования наземного взрыва.

Параметры проникающей радиации надводного взрыва изменяются с расстоянием так же, как и параметры проникающей радиации наземного взрыва.

Радиоактивное заражение при надводном взрыве, так же как и при наземном взрыве, создается радиоактивными продуктами, испускающими при своем распаде главным образом гамма-излучение и бета-частицы.

Степень и масштабы радиоактивного заражения местности и акватории при надводном взрыве зависят от глубины водо-

ема. Если глубина водоема меньше $0,7\sqrt{q}$ м, то со дна водоема в облако взрыва попадает грунт. В этом случае при надводном взрыве создается такое же радиоактивное заражение, как при наземном взрыве. При больших глубинах водоема грунт со дна не попадает в облако взрыва и радиоактивное заражение при надводном взрыве становится подобным заражению при воздушном взрыве.

Мощность дозы излучения радиоактивного заражения акватории в момент образования радиоактивного следа меньше и уменьшение ее со временем происходит быстрее, чем на суше. Это обуславливается тем, что радиоактивные частицы оседают на дно водоема, переносятся течением и перемешиваются с ок-

ружающими слоями воды. Радиоактивное заражение акватории на следе облака взрыва уже примерно через полчаса после выпадения радиоактивных частиц на воду опасности не представляет.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Глава 1. Общие сведения о ядерном оружии	3
1.1. Физические основы ядерного взрыва	—
1.2. Ядерные заряды	7
1.3. Ядерные боеприпасы	10
Глава 2. Физические процессы при ядерных взрывах и формировании их поражающих факторов	13
2.1. Воздушный взрыв	14
2.2. Подземный взрыв	20
2.3. Наземный взрыв	22
2.4. Подводный взрыв	24
2.5. Надводный взрыв	30
2.6. Высотный взрыв	31
Глава 3. Характеристика основных поражающих факторов наземного и воздушного ядерных взрывов	34
3.1. Воздушная ударная волна	—
3.2. Световое излучение	47
3.3. Проникающая радиация	53
3.4. Радиоактивное заражение	46
3.5. Электромагнитный импульс	98
3.6. Сейсмозрывные волны в грунте	99
Глава 4. Поражающее действие наземных и воздушных ядерных взрывов	101
4.1. Общая характеристика поражающего действия ядерного взрыва на личный состав, вооружение, военную технику и сооружения	—
4.2. Поражение личного состава воздушной ударной волной	105
4.3. Поражение личного состава световым излучением	108
4.4. Поражение личного состава проникающей радиацией	112
4.5. Комбинированные поражения личного состава	116
4.6. Поражающее действие на личный состав радиоактивных продуктов ядерного взрыва	119
4.7. Поражающее действие сейсмозрывных волн на личный состав	123
4.8. Разрушение и повреждение вооружения и военной техники	124
4.9. Разрушение и повреждение промышленных и гражданских зданий и сооружений	135
4.10. Разрушение войсковых фортификационных сооружений	142
4.11. Воздействие ядерного взрыва на грунт и лесные массивы	147

4.12. Поражающее действие электромагнитного импульса ядерного взрыва	151
4.13. Особенности поражающего действия взрывов нейтрон- ных боеприпасов	155

Глава 5. Поражающее действие высотного, подземного, подводного и надводного ядерных взрывов	157
--	------------

5.1. Высотный ядерный взрыв	—
5.2. Подземный ядерный взрыв	159
5.3. Подводный и надводный ядерные взрывы	163

